



Fraunhofer

IKTS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR KERAMISCHE TECHNOLOGIEN UND SYSTEME IKTS

JAHRESBERICHT

2012 2013



JAHRESBERICHT 2012 2013



Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien und Systeme IKTS

Institutsteil Dresden
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7700
Fax +49 351 2553-7600

Institutsteil Hermsdorf
Michael-Faraday-Straße 1, 07629 Hermsdorf
Telefon +49 36601 9301-0
Fax +49 36601 9301-3921

info@ikts.fraunhofer.de
www.ikts.fraunhofer.de

VORWORT



Liebe Freunde des IKTS,

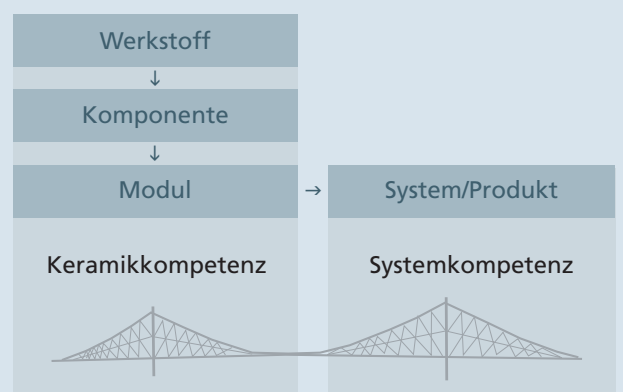
gerne legen wir Ihnen wieder unseren Jahresbericht vor und können erneut auf ein ereignis- und erfolgreiches Jahr zurückblicken. Besonders erfreulich ist, dass wir unseren Industrieertrag im Vergleich zum Vorjahr um 0,7 Millionen Euro auf jetzt insgesamt 12,6 Millionen Euro steigern konnten. Dies bestätigt einmal mehr, dass wir sehr gut aufgestellt sind, um unserer Mission »Forschung und Entwicklung für die Industrie« gerecht zu werden. Wir haben zudem auf breiter Front weiter in unsere Geräte- und Laborinfrastruktur investiert, um diesem Auftrag zukünftig noch besser nachkommen zu können. Unser Gesamthaushalt ist daher deutlich um 4,6 Millionen Euro auf jetzt insgesamt 38,9 Millionen Euro gewachsen. Auch personell konnten wir uns verstärken und sind nun ein Team aus 523 Mitarbeitern an unseren beiden Standorten.

Erfreulich ist, dass sich die positive Entwicklung über alle Bereiche erstreckt. Dies bestätigt unsere Strategie, das Feld der Keramik breit abzudecken und uns mit gleichen Prioritäten sowohl der Struktur- als auch der Funktionskeramik zu widmen. Besonders dynamisch entwickelt sich hierbei unsere im Bereich der Umwelttechnologie angesiedelte Membrantechnologie für die Flüssigfiltration und Gastrennung. Um der zunehmenden Bedeutung unseres Bereichs »Umwelt- und Verfahrenstechnik« gerecht zu werden, haben wir eine das Wachstum abbildende Abteilungsstruktur etabliert. In allen Bereichen orientieren wir uns entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom keramischen Werkstoff bis zum System und beziehen auch die Fertigungstechnologien ein.

Wie bereits im vorigen Jahr erwähnt, haben wir in PleiBa zusammen mit der ThyssenKrupp System Engineering GmbH ein Technikum zur Entwicklung von Fertigungslinien und Prozessen für die Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien aufgebaut, das wir zusammen mit unserem Ministerpräsidenten

Stanislaw Tillich nun am 22. August 2012 offiziell eröffnet haben. Damit konnten wir unsere Kompetenz in der Elektrochemie und Speichertechnologie deutlich ausbauen. Wir danken dem Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) zusammen mit der SAB (Sächsische Aufbaubank) für die Unterstützung dieser Aktivitäten. Dem Ausbau der Speichertechnologie messen wir für ein Gelingen der »Energie-wende« besondere Bedeutung zu, da nur unter Einbeziehung von Speichern der Nachteil der Nicht-Grundlastfähigkeit vieler erneuerbarer Energien (Wind, Sonne) überwunden werden kann. Hierbei werden Speicher unterschiedlicher Leistungsklassen vom kW- bis in den TW-Bereich benötigt. In allen diesen Bereichen spielen keramische Werkstoffe und Systeme eine entscheidende Rolle, so dass wir hier einen strategischen Schwerpunkt unserer Entwicklungen gesetzt haben. Für dezentrale, stationäre Kleinspeicher setzen wir auf die Batterietechnik (Li-Ionen-, Redox-Flow-Batterien, Na-basierte Hoch-

Das Fraunhofer IKTS als »One Stop Shop« für die Keramik



Wir bringen Welten zusammen



temperaturbatterien). Für die Speicherung im TW-Stunden-Bereich setzen wir auf die »Power to Gas«-Technologie mit der z. B. überschüssige Windenergie über Wasserstoff zu Flüssigkraftstoffen oder Erdgas (Windgas) gewandelt werden kann. Damit wird das bereits vorhandene Erdgasnetz zu einem effektiven Verteiler und Speicher. Voraussetzung ist eine effektive Wasserstofferzeugung. Hierzu entwickeln wir im Elektrolysemodus betriebene Brennstoffzellen. Auch unsere Membrantechnologie spielt hier wieder eine wichtige Rolle, so dass wir unsere Kernkompetenzen optimal auf dieses Gebiet anwenden können.

Zum weiteren Ausbau dieser Aktivitäten haben wir mit Unterstützung des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (TMWAT) und des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur (TMBWK) den »Green-Tech-Campus Hermsdorf« gegründet. Hier sollen insbesondere unsere Hochtemperaturbatterien sowie die Membranen weiter entwickelt und Industriepartner angesiedelt werden. Die weitere Umsetzung dieses Campus wird uns im laufenden Jahr sehr beschäftigen.

Als besonderes Highlight im abgelaufenen Jahr möchte ich noch auf unser Joint Venture »FCES GmbH« (Fuel Cell Energy Solutions) mit der in Connecticut beheimateten Firma FCE, Inc. hinweisen. Hiermit haben wir unsere weltweit führende Kompetenz auf dem Gebiet der Hochtemperaturbrennstoffzellen auf MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) erweitert und können nun auch Brennstoffzellensysteme im MW-Bereich anbieten. In Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung können mit diesen Systemen Wirkungsgrade für die Stromerzeugung aus Erd- oder Biogas im Bereich von 90 % realisiert werden und das quasi emissionsfrei. Weltweit wurden über FCE, Inc. bereits über 300 MW an Systemleistung installiert. Mit der FCES

GmbH wollen wir nun den europäischen Markt bedienen und gemeinsam die nächste Generation der MCFC-Systeme entwickeln. Auch dieses Beispiel zeigt, dass wir unsere Kompetenz in der Branche »Energie- und Umwelttechnologie« konsequent weiter ausgebaut haben.

Wie Sie im Bericht nachlesen können, sind wir aber keineswegs auf diese Branche beschränkt sondern liefern auch wichtige Beiträge für die Werkzeugentwicklung, den Maschinenbau, die Automobilindustrie, die Medizin- und Biotechnologie, Elektronik und Elektrotechnik, Sensorik und Aktorik, usw. Kurzum, auf dem Gebiet der Keramik bleiben wir ein Tausendfüßler und freuen uns auf weitere Zusammenarbeit mit Ihnen, überall da, wo keramische Werkstoffe und Technologien eine Rolle spielen. Gerne bringen wir unsere Keramikkompetenz in Ihre Projekte ein und sind immer für neue Themen offen.

Viel Spaß beim Lesen,

Ihr,

Alexander Michaelis

März 2013

INHALT

2 Vorwort

4 Inhalt

Das Fraunhofer IKTS im Profil

6 Kurzporträt
 8 Das Fraunhofer IKTS in Zahlen
 11 Organigramm
 14 Kuratorium
 15 Die Fraunhofer-Gesellschaft

Retrospektive

16 Veranstaltungen und Preise
 23 Messebeteiligungen

Aus der Forschungsarbeit des Fraunhofer IKTS

26 **Forschungsfeld: Werkstoffe**

28 MgO – Eine Transparentkeramik hoher Wärmeleitfähigkeit
 30 Sintern von Wolframcarbid-Keramik
 32 Keramikschaum-Technologie für die technische Wärmedämmung
 34 Metallmantelpellets – Materialverbund für Wärmespeicherung
 36 Synthese und Charakterisierung seltenerd-dotierter Leuchtstoffe

38 **Forschungsfeld: Verfahren und Bauteile**

40 Faserverbundwerkstoffe durch Spritzgiessen von SiCN-Precursoren
 42 Leitfähige Glas-Carbon-Komposite
 44 Pulverspritzguss von transluzenter Aluminiumoxid-Keramik

Forschungsfeld: Umwelt- und Verfahrenstechnik

46 **Nanoporöse Membranen**
 48 Kompositmembranen

50 **Hochtemperaturseparation und Katalyse**

52 Dünne, asymmetrische Perowskit-Membranen für die O₂-Separation

54 **Biomassetechnologien und Membranverfahrenstechnik**

56 Biogasgewinnung aus lignozellulosehaltigen Reststoffen
 58 Praxisnahe Bewertung und Optimierung von Mischprozessen
 60 Flächen- und verfahrensoptimierte Nanofiltrationsmembranen

62	Chemische Verfahrenstechnik und Elektrochemie
64	Katalysator- und Reaktorentwicklung für die Hochtemperaturkatalyse
66	Forschungsfeld: Sintern und Charakterisierung
68	Hybridbeheizte FAST/SPS-Anlage – Direkt elektrisch und induktiv
70	REACH – Neue Anforderungen an die Pulver- und Suspensionsanalyse
72	Drahtlose Energieübertragung für Aktorik und Sensorik
	Forschungsfeld: Energiesysteme
74	Werkstoffe und Komponenten
76	Langzeitstabile Elektroden für SOFC-/SOEC-Betrieb
78	Metallisierung von Nitridkeramiken über Aktivlötprozesse
80	Systemintegration und Technologietransfer
82	Effiziente Kraft-Wärme-Kopplung in der MW-Klasse
84	eneramic® – Entwicklungsstand und Prototypenerprobung des SOFC-Systems
	Forschungsfeld: Intelligente Mikrosysteme
86	Intelligente Materialien und Systeme
88	Oxidkeramische Targets für integrierte Dünnschichten
90	Beschichtung von Kohlenstoff-Fasergewebe mittels CVD und ALS
92	Hybride Mikrosysteme
94	Bleifreie PV-Pasten mit optimierter Rheologie und Kontaktausbildung
96	Kraftmessung mit 3D-strukturierten keramischen Verformungskörpern
98	Keramische Aufbau- und Verbindungstechnik sowie Systemintegration
100	Keramische Funktionsmaterialien für integrierte Mehrlagenbauelemente
102	Themenfeld: Batterietechnik
104	Ortsaufgelöste in-operando Temperaturmessung
106	Thermische 3D-Modellierung von Lithium-Ionen-Zellen
108	Material- und Schlickerentwicklung für Lithium-Ionen-Batterien
110	Elektrodenfertigung für Lithium-Batterien im Technikumsmaßstab
112	Keramische Materialien für stationäre elektrische Energiespeicher
<hr/>	
114	Kooperationsausbau in Verbänden, Allianzen und Netzwerken
<hr/>	
119	Namen, Daten, Ereignisse
<hr/>	
145	Veranstaltungen und Messen 2013
147	Anfahrt zum Fraunhofer IKTS

KURZPORTRÄT

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS deckt das Feld der Technischen Keramik von der grundlagenorientierten Vorlaufforschung bis zur Anwendung in seiner ganzen Breite ab. Hierzu stehen an den beiden Standorten Dresden und Hermsdorf mehr als 140 hervorragend ausgerüstete Labors und Technika auf fast 20 000 m² Nutzfläche zur Verfügung.

Ausgehend von einem soliden Werkstoffwissen in keramischen Hochleistungswerkstoffen erstrecken sich die Entwicklungsarbeiten über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur Prototypenfertigung. Das Fraunhofer IKTS zeichnet sich damit durch eine dreifache Kompetenz aus: Werkstoff-Know-how, Fertigungstechnologien und System- bzw. Produktintegration. Dabei ist das Fraunhofer IKTS gleichermaßen auf die beiden Technologieplattformen Struktur- und Funktionskeramik ausgerichtet. Chemiker, Physiker und Werkstoffwissenschaftler arbeiten hierzu interdisziplinär zusammen, wobei alle Arbeiten durch versierte Forschungsingenieure und Techniker begleitet werden.

Neben den Keramikherstellern stehen insbesondere die Keramik-anwender als Projektpartner im Fokus. Das Fraunhofer IKTS möchte sich hierbei als kompetenter Ansprechpartner und erster Anlaufpunkt für alle keramikbezogenen Problemstellungen anbieten und so quasi als »One Stop Shop« für die Keramik dienen. Unsere Mission sehen wir somit speziell in der Verbindung verschiedener Technologiewelten. Unseren Partnern möchten wir die Welt der Keramik mit ihren vielfältigen innovativen Lösungsmöglichkeiten eröffnen. Als unikale Kompetenzen können wir hierbei bieten:

Durchgehende Fertigungslinien vom Werkstoff zum Prototypen

In der Struktur- und Funktionskeramik stehen uns, ausgehend von der Masseaufbereitung, alle Standardverfahren der Formgebung, Wärmebehandlung und Finishbearbeitung zur Verfügung. In der Funktionskeramik besteht eine besondere Kernkompetenz in der Pasten- und Folientechnologie. Funktionskeramische Prototypen stellen wir mittels unserer in eigenen Reinräumen untergebrachten Hybrid- bzw. Vielschichtkeramiklinien her.

Multiskalenentwicklung

Entwicklungen sind vom Labor- in den Technikumsmaßstab übertragbar. In unseren technologischen Fertigungsketten können wir die Herstellung der für den Markteinstieg notwendigen Stückzahlen realisieren. Somit können Remanenzkostenrisiken und Time-to-Market-Zeiten minimiert werden.

Synergien zwischen Struktur- und Funktionskeramik

Die Kombination der unterschiedlichen Technologieplattformen erlaubt eine direkte Integration von Zusatzfunktionen in keramische Bauteile. Dies ermöglicht die Herstellung innovativer Produkte mit deutlichem Mehrwert.



Netzwerkbildner

In unseren laufenden Projekten sind wir aktuell mit über 450 nationalen und internationalen Partnern verbunden. Zudem ist das Fraunhofer IKTS in zahlreichen Allianzen und Netzwerken aktiv. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sind wir beispielsweise im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe und Bauteile – MATERIALS tätig. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IKTS Sprecher der Fraunhofer-Allianz AdvanCer, die aus sieben besonders auf die Keramik spezialisierten Instituten besteht. Wir sind in der Lage, den Aufbau von Netzwerken, die für eine erfolgreiche Produktentwicklung notwendig sind, zu unterstützen und auch über unsere eigenen Möglichkeiten hinausgehende Kompetenzen zu vermitteln oder zu integrieren. Unsere Arbeiten an der Forschungsfront basieren auf einem langjährigen Erfahrungs- und Wissensschatz, der auf die Interessen unserer Partner ausgerichtet ist.

Standortübergreifendes Management zur nachhaltigen Qualitätssicherung

Qualität ist für uns eines der wichtigsten Instrumente zur Differenzierung im Wettbewerb. Einfluss auf das Gesamtkonzept unseres Managementsystems hatte deshalb im Jahr 2011 die Zusammenführung der Managementsysteme beider Instituts-teile Dresden und Hermsdorf. Synergieeffekte und Kostensparnisse bei der Integration des Managementsystems hatten zum Ziel, den Ansatz des Qualitätsmanagements auf die Bereiche Arbeits- und Umweltschutz auszudehnen.

Das Fraunhofer IKTS hat am Standort Hermsdorf dieses Umweltmanagementsystem bereits seit einigen Jahren eingeführt und erfolgreich etabliert.

Durch die Ausrichtung unseres Instituts u. a. auf den Schwerpunkt Energie und Umwelt und der damit verbundenen nachweislichen Sicherstellung unserer Prozesse aus arbeits-sicherheits- und umweltrelevanten Aspekten, der Einhaltung gesetzlicher Rahmenbedingungen und der Beibehaltung der weiteren wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit erfolgte im Jahr 2012 die Einführung eines nachhaltigen Umweltmanagementsystems im Fraunhofer IKTS Institutsteil Dresden und damit eine Erweiterung des Managementsystems bezüglich der DIN EN ISO 14001 »Umweltmanagementsystem«.

DAS FRAUNHOFER IKTS IN ZAHLEN

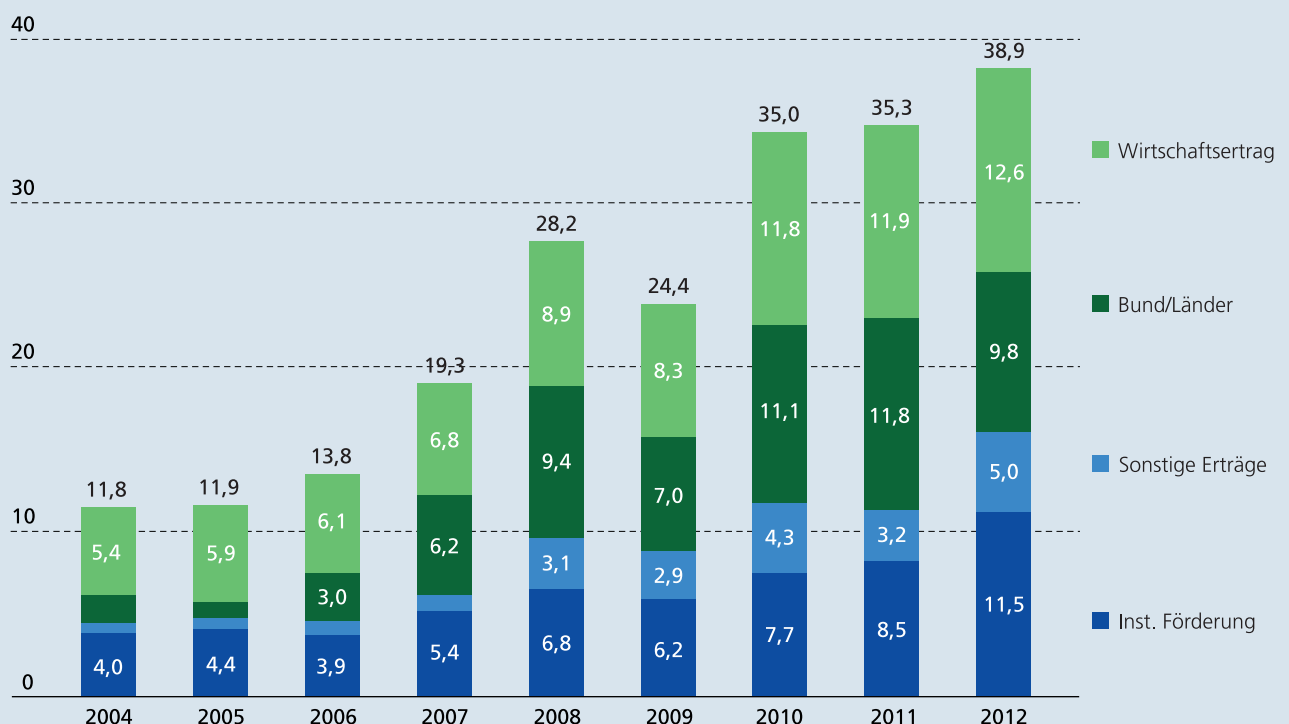
Haushalt und Erträge

Der gemeinsame Betriebshaushalt des IKTS ist um ca. 3 Millionen Euro auf 35,5 Millionen Euro angewachsen. Das Volumen teilt sich mit 24,9 Millionen Euro auf den Standort Dresden und 10,6 Millionen Euro auf den Standort Hermsdorf auf. Hierbei konnten gezielt Synergien durch die Vernetzung der Standorte erreicht werden. Zusätzlich wurden 3,4 Millionen Euro in den Ausbau der Geräteinfrastruktur investiert, so dass sich ein Gesamthaushalt von 38,9 Millionen Euro ergibt. An beiden Standorten finden zudem umfangreiche Baumaßnahmen statt.

Insgesamt wurden 27,6 Millionen Euro an externen Erträgen erwirtschaftet. Erfreulicherweise konnte dabei der Anteil an Industrieerträgen auf 12,6 Millionen gesteigert werden. Dies entspricht einem Anteil von 45,6 % der externen Erträge. Der Standort Hermsdorf trägt dazu mit einem nochmals gestiegenen Industrievolumen von 4,6 Millionen Euro bei. Am Standort Dresden wurden mit 8,0 Millionen Euro Industrieertrag die absoluten Ergebnisse des Vorjahres erreicht.

Ein wesentlicher Bereich des Wachstums wird durch zusätzliche Akquisition von öffentlichen Projekten, Projekten der Fraunhofer-Stiftung und der internen Programme der Fraunhofer-Gesellschaft finanziert. Diese Vorlaufforschung wird in den nächsten Jahren erneut in steigende Wirtschaftsprojektvolu-

Entwicklung der Erträge (in Mio. €) des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2004 bis 2012



men übertragen werden. Der Ertrag aus EU-Projektförderung konnte bereits signifikant von 1 % auf 3,3 % gesteigert werden. Damit wurden erstmals mehr als eine Million Euro Ertrag durch EU-Projekte erreicht.

Personalentwicklung

Das Jahr 2012 ist durch einen Ausbau der Personalkapazität geprägt. Insgesamt ergibt sich mit einem Zuwachs um sieben Wissenschaftler- sowie zehn Graduierten- und Technikerstellen eine Gesamtzahl von 438 Vollstellen, die durch 377 Beschäftigte in Dresden und 146 Beschäftigte in Hermsdorf mit unterschiedlichsten Teilzeitfaktoren und Vertragsarten besetzt sind. Viele der studentischen Mitarbeiter bleiben für eine spätere Promotion am Institut.

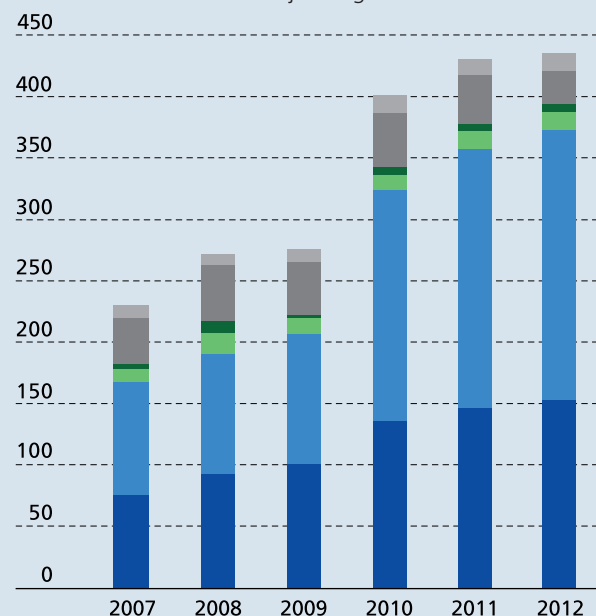
Gemeinsam mit dem Lehrstuhl IFWW der TU Dresden werden aktuell über 60 Promotionen betreut, davon 15 (elf in Dresden und vier in Hermsdorf) im Rahmen des klassischen Doktorandenvertrags.

Auch die technische Ausbildung am Institut wird verstärkt. Im Jahr 2012 wurde die Anzahl der Auszubildenden um drei auf 16 erhöht. Im Rahmen der Altersnachfolge ergeben sich nach der Ausbildung sehr gute Optionen für einen Verbleib am Fraunhofer IKTS.

Erweiterung der Forschungsbasis

Das IKTS profitiert auch 2012 von den Investitionen der letzten Jahre im Bereich der Systemforschung Energieeffizienz. Darüber hinaus sind auch die Bereiche der Strukturkeramikforschung weiter ausgebaut worden. Durch die breite Basis der Hermsdorfer Technika etabliert sich das Arbeitsfeld »Hochreine Oxidkeramik« weiter als strategische Schlüsseltechnik.

Entwicklung des Personalbestands des Fraunhofer IKTS
Mitarbeiterzahl 2007 bis 2012, Vollstellenäquivalente Personalstruktur zum 31.12. des jeweiligen Jahres



■	10	8	9	15	13	16
■	38	47	45	43	40	27
■	4	10	2	6	6	5
■	9	17	13	13	14	15
■	92	97	106	187	211	221
■	77	94	101	137	147	154
=	230	273	276	401	431	438

■ Azubis ■ Studentische Hilfskräfte, Praktikanten, Diplomanden
 ■ Mitarbeiter mit Zeit- und Werksverträgen sowie Nebentätigkeit
 ■ Doktoranden ■ Graduierte und technische Mitarbeiter
 ■ Wissenschaftliche Mitarbeiter



Hier werden 2013 zusätzliche Anstrengungen unternommen, die wissenschaftliche Basis zu verbreitern.

Die strategischen Aktivitäten im Bereich des Spritzgießens von keramischen Werkstoffen wurden 2012 ausgebaut. Insbesondere die Verbindung von Folientechnologie und Spritzgießen bilden für die Zukunft einen Schwerpunkt. Eine Konzentration der Dresdner Anlagentechnik erfolgt 2013 im 3. Bauabschnitt. Die Wirtschaftskooperation mit ThyssenKrupp System Engineering GmbH in der Forschung zur Lithium-Ionen-Batterie und die Eröffnung des Applikationszentrums Bioenergie in Kooperation mit der Firma Lehmann Maschinenbau GmbH sind erfolgreich umgesetzt und sichern hier zukünftige Aktivitäten ab.

Im Jahr 2012 wurde mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena das 2011 entwickelte Konzept eines gemeinsamen Zentrums für Energie und Umweltchemie (Center for Energy and Environmental Chemistry – CEEC), das die Bündelung der materialwissenschaftlichen sowie der system- und verfahrenstechnischen Kompetenzen der beiden Einrichtungen zum Inhalt hat, weiter vorangetrieben. So erfolgte im Jahr 2012 im Rahmen dieser CEEC-Aktivitäten die gemeinsame Ausschreibung der Friedrich-Schiller-Universität Jena und der Fraunhofer-Gesellschaft für eine Professur »Technische Umweltchemie«.

Im Sinne der Ausrichtung auf Energie- und Umweltforschungsthemen ist die bestehende Umweltzertifizierung des Institutsteiles Hermsdorf nach DIN ISO 14001 erfolgreich auf das Gesamtinstitut ausgeweitet worden.

1 Die Institusleitung des Fraunhofer IKTS, v.l.n.r.: Dr. Michael Zins, Dr. Ingolf Voigt, Prof. Alexander Michaelis, Prof. Michael Stelter.

ORGANIGRAMM FRAUNHOFER IKTS



IHRE ANSPRECHPARTNER



Institutsleiter

Prof. Dr. habil. Alexander Michaelis
Telefon +49 351 2553-7512
alexander.michaelis@ikts.fraunhofer.de



Stellvertretender Institutsleiter/ Verwaltungsleiter

Dr. Michael Zins
Telefon +49 351 2553-7522
michael.zins@ikts.fraunhofer.de



Stellvertretender Institutsleiter

Prof. Dr. Michael Stelter
Telefon +49 36601 9301-3031
michael.stelter@ikts.fraunhofer.de



Stellvertretender Institutsleiter

Dr. Ingolf Voigt
Telefon +49 36601 9301-2618
ingolf.voigt@ikts.fraunhofer.de



Strategie/Marketing

Dr. Bärbel Voigtsberger
Telefon +49 36601 9301-3902
baerbel.voigtsberger@ikts.fraunhofer.de



Werkstoffe

Oxidkeramik, Hartmetalle und Cermets

Dr. habil. Andreas Krell
Telefon +49 351 2553-7538
andreas.krell@ikts.fraunhofer.de



Werkstoffe

Nitridkeramik und elektrisch funktionelle Strukturkeramik, Carbid- und Filterkeramik

Dipl.-Krist. Jörg Adler
Telefon +49 351 2553-7515
joerg.adler@ikts.fraunhofer.de



Werkstoffe

Precursorkeramik und Komposit- werkstoffe

Dr. Isabel Kinski
Telefon +49 36601 9301-3931
isabel.kinski@ikts.fraunhofer.de



Verfahren und Bauteile

Dr. Hagen Klemm
Telefon +49 351 2553-7553
hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de



Sintern und Charakterisierung

Dr. habil. Mathias Herrmann
Telefon +49 351 2553-7527
mathias.herrmann@ikts.fraunhofer.de



Umwelt- und Verfahrenstechnik Hochtemperaturseparation und Katalyse

Dr. Ralf Kriegel
Telefon +49 36601 9301-4870
ralf.kriegel@ikts.fraunhofer.de



Umwelt- und Verfahrenstechnik Nanoporöse Membranen

Dr. Hannes Richter
Telefon +49 36601 9301-1866
hannes.richter@ikts.fraunhofer.de



Umwelt- und Verfahrenstechnik Chemische Verfahrenstechnik und Elektrochemie

Dr. Matthias Jahn
Telefon +49 351 2553-7535
matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de



Umwelt- und Verfahrenstechnik Biomassetechnologien und Membranverfahrenstechnik

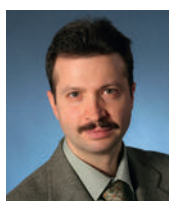
Dr. Burkhardt Faßbauer
Telefon +49 351 2553-7667
burkhardt.fassauer@ikts.fraunhofer.de



Energiesysteme Systemintegration und Technologie- transfer

Strategie/Marketing

Dr. Christian Wunderlich
Telefon +49 351 2553-7232
christian.wunderlich@ikts.fraunhofer.de



Energiesysteme Werkstoffe und Komponenten

Dr. Mihails Kusnezoff
Telefon +49 351 2553-7707
mihails.kusnezoff@ikts.fraunhofer.de



Intelligente Mikrosysteme Hybride Mikrosysteme

Dr. Uwe Partsch
Telefon +49 351 2553-7696
uwe.partsch@ikts.fraunhofer.de



Intelligente Mikrosysteme Intelligente Materialien und Systeme

Dr. Andreas Schönecker
Telefon +49 351 2553-7508
andreas.schoenecker@ikts.fraunhofer.de

KURATORIUM

Durch den Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft sind folgende Personen in das Kuratorium des Fraunhofer IKTS berufen:

Dr. G. Gille

Vorsitzender des Kuratoriums des Fraunhofer IKTS
H.C. Starck GmbH & Co. KG, Goslar
Leiter Zentralbereich Forschung und Entwicklung

Dr. J. Damasky

Vorstandsmitglied Webasto AG, Stockdorf

A. Heller

Landrat des Saale-Holzland-Kreises

Prof. Dr. C. Kaps

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Bauchemie

A. Krey

Geschäftsführer Landesentwicklungsgesellschaft
Thüringen mbH (LEG), Erfurt

Dr. R. Lenk

CeramTec GmbH, Plochingen
Leiter Service Center Entwicklung

Dr. C. Lesniak

ESK Ceramics GmbH & Co. KG, Kempten
Vice President Technology and Innovation

Dr. H.-H. Matthias

Geschäftsführer Tridelta GmbH, Hermsdorf

Dr. R. Metzler

Geschäftsführer Rauschert GmbH, Judenbach-Heinersdorf

Dipl.-Ing. P. G. Nothnagel

Geschäftsführer Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Dresden

Dipl.-Ing. M. Philipps

Endress+Hauser GmbH & Co. KG, Maulburg
Bereichsleiter Sensorik

Dr.-Ing. W. Rossner

Siemens AG, München
Leiter Zentralabteilung Technik, Keramik

Dr. K. R. Sprung

Geschäftsführer Arbeitsgemeinschaft industrieller
Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V., Berlin

MR C. Zimmer-Conrad

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Referatsleiter Technologiepolitik und Technologieförderung

Neu berufen:

Dipl.-Ing. R. Fetter

Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
Abteilung 4, Referat 43

Dr. habil. M. Gude

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie
Leiter der Abteilung 5 - Energiepolitik, Technologie- und
Forschungsförderung

Dr. K.-H. Stegemann

SolarWorld Innovations GmbH
Division Manager Solar Cell and Module Development

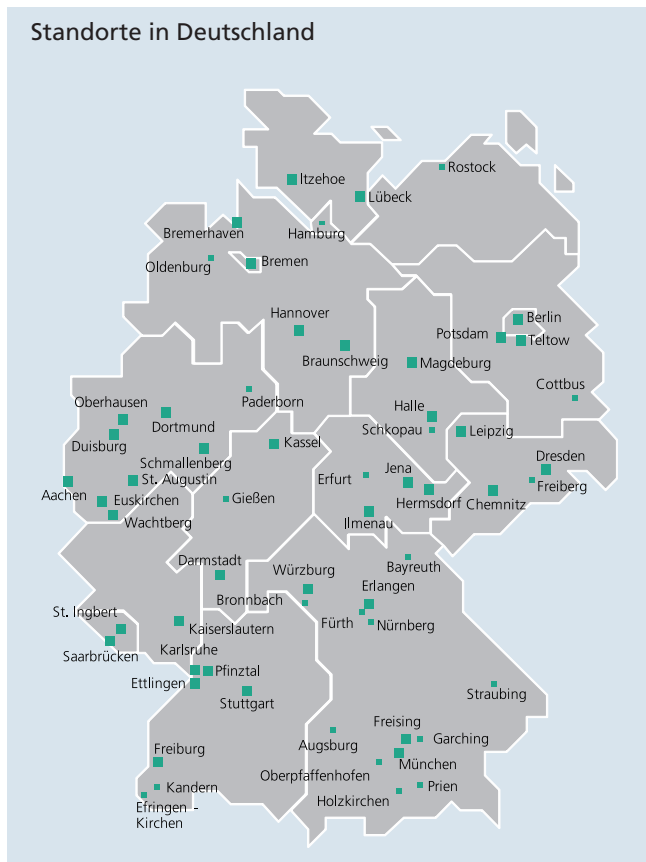
DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen. Rund 22 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,9 Milliarden Euro. Davon fallen 1,6 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.



Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

VERANSTALTUNGEN UND PREISE





22. Februar 2012

Gründung FuelCell Energy Solutions GmbH

Die FuelCell Energy, Inc. (FCE), ein weltweit führender Hersteller effizienter und zuverlässiger Brennstoffzellen-Anlagen, gab im Februar 2012 ein Joint Venture mit dem Fraunhofer IKTS bekannt. Ziel ist die Erschließung des europäischen Marktes für ultra-saubere stationäre Direkt-Brennstoffzellen-Kraftwerke (Direct Fuel Cell® – DFC) im Leistungsbereich von 250 kW bis 2,8 MW. Das Fraunhofer IKTS ist seit Juni 2012 mit 25 % der Anteile am Gemeinschaftsunternehmen Fuel Cell Energy Solutions GmbH mit Sitz in Dresden beteiligt.

Kernstück der genutzten Brennstoffzellen-Technologie ist eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (MCFC). Mit dieser können extrem große Brennstoffzellenstapel realisiert werden, so dass sich die Anlagen für den Grundlastbetrieb in der MW-Klasse eignen. DFC-Kraftwerke arbeiten mit Erdgas oder erneuerbarem Biogas und können sauberen Strom und Wärme mit einem Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 % erzeugen, wenn man die Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nutzt.

2. März 2012

Forschung für die Praxis – Jubiläumsball anlässlich 20 Jahre Fraunhofer in Dresden

Dresden hat sich in den vergangenen 20 Jahren zum größten Fraunhofer-Standort in Deutschland entwickelt und ist mit über 1300 Mitarbeitern ein bedeutender Arbeitgeber in der Region. Die sechs Institute und sieben weiteren Fraunhofer-Einrichtungen sind stark mit der lokalen Industrie vernetzt und generieren Projekte mit einem Umsatzvolumen von mehr als 130 Millionen Euro pro Jahr. Mit dem Neubau eines Forschungszentrums für ressourcenschonende Energietechnologien auf der Bodenbacher Straße, der Entstehung eines Nanoelektronikzentrums auf der Maria-Reiche-Straße, der Erweiterung des Institutszentrums Dresden (IZD) auf der Winterbergstraße sowie dem Bau eines Technikums mit

angrenzendem Testoval an der Zeunerstraße kann an die bisherige Erfolgsgeschichte angeknüpft werden. Das 20-jährige Jubiläum feierten die Fraunhofer-Mitarbeiter am 2. März 2012 im Rahmen eines festlichen Balls im Flughafen Dresden mit Kunden, Partnern, Fördergebern, Kuratoren und denen, die Fraunhofer in Dresden auf ihrem Weg begleitet haben. Als Gastredner traten neben Ministerpräsident Stanislaw Tillich auch der damalige Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft Professor Hans-Jörg Bullinger, der erste Bürgermeister Dirk Hilbert, der Vorsitzende der Fraunhofer Zukunftsstiftung Dr. Alexander Imbusch, sowie der Rektor der TU Dresden Professor Hans Müller-Steinhagen, auf. Die außergewöhnliche Atmosphäre des Flughafen-Terminals lud die rund 2000 Gäste zum individuellen Flanieren, Tanzen und Genießen der zahlreichen kulturellen Highlights ein und ließ diesen Jubiläumsball zu einem unvergesslichen Erlebnis werden.

1 Gastredner Stanislaw Tillich, Sächsischer Ministerpräsident, beim Jubiläumsball im Flughafen-Terminal anlässlich »20 Jahre Fraunhofer in Dresden«.

2,3 Bekanntgabe eines Joint Ventures des weltweit führenden Brennstoffzellenproduzenten Fuel Cell Energy, Inc. (FCE) aus Danbury/ Connecticut (USA) mit dem Fraunhofer IKTS durch Chip Bottone, Präsident der FCE, Inc. (I.) und Prof. Alexander Michaelis, Institutsleiter des Fraunhofer IKTS.



1



2



3

20.–24. Mai 2012

10. CMCEE – International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications und CERAMITEC 2012

Vom 20. bis 24. Mai 2012 war die CMCEE-Konferenz erstmalig in Deutschland zu Gast. Im Internationalen Congress Center Dresden kamen etwa 600 Experten zusammen, um sich zum Thema »Keramische Komponenten und Materialien für die Energie- und Umwelttechnik« auszutauschen.

Autoren aus 50 Ländern präsentierten den Teilnehmern neueste Forschungsergebnisse und diskutierten aktuelle und zukünftige Trends auf dem Gebiet der Hochleistungskeramik.

Das umfangreiche Programm der gemeinsam vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS und der Deutschen Keramischen Gesellschaft organisierten Tagung umfasste 330 Fachvorträge sowie 80 wissenschaftliche Poster. Am 24. Mai 2012 wurde die Konferenz als »Tag der Technischen Keramik« auf der CERAMITEC in München fortgesetzt, den zahlreiche Konferenzteilnehmer als Referenten und Diskussionspartner besuchten.

Die erfolgreiche Tagungsreihe wird 2015 in Vancouver unter dem Vorsitz von Dr. Mrityunjay Singh, Ohio Aerospace Institute, fortgesetzt.

31. Mai 2012 und 5. Dezember 2012

Grundsteinlegung und Richtfest Erweiterungsbau Forschungsgebäude Fraunhofer IKTS, Institutsteil Hermsdorf

Der Grundstein für den Erweiterungsbau des Fraunhofer IKTS am Standort Hermsdorf wurde feierlich im Beisein von Thüringens Ministerpräsidentin Christine Lieberknecht, dem Institutsleiter des Fraunhofer IKTS Prof. Alexander Michaelis und dem Fraunhofer-Vorstand Prof. Alfred Gossner am 31. Mai 2012 gelegt.

In den dreigeschossigen Neubau von Labor-, Büro- und Technologieflächen werden 12 Millionen Euro und weitere 6 Millio-

nen Euro in neue wissenschaftliche Geräte und Ausrüstungen investiert. Zukünftig wird auf einer Hauptnutzfläche von 2775 m² an drei strategischen Forschungsschwerpunkten gearbeitet, die sich wesentlich auf die GreenTech-Strategie des Landes Thüringen beziehen. Mit dem Bauvorhaben wird ein sich seit Jahren am Fraunhofer IKTS in Hermsdorf angestauter flächenmäßiger Engpass beseitigt.

Bereits am 5. Dezember 2012 konnte Richtfest gefeiert werden, zu dem Vertreter aus Politik und Wirtschaft ihre Glückwünsche überbrachten. Nach der geplanten Fertigstellung Ende 2013 folgt die personelle Erweiterung. Bis 2015 soll die Mitarbeiterzahl am Standort Hermsdorf auf etwa 150 steigen.

6. Juli 2012

Wissen ist Nacht - Die 10. Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften brach im Jubiläumsjahr 2012 alle Rekorde

Die Veranstalter der Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften boten zum zehnten Veranstaltungsjubiläum eine Wissenschaftsnacht der Superlative. Am Freitag, dem 6. Juli 2012, öffneten vier Dresdner Hochschulen sowie 38 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und wissenschaftsnahe Unternehmen ihre Häuser, Labore, Hörsäle und Archive für die Öffentlichkeit. Mehr als 120 Veranstaltungen – von einer Spurensuche über einen Mikroorganismenzoo bis zum Teddykrankenhaus – wurden speziell für Kinder im Vorschulalter und für Schüler angeboten. Das vielfältige Angebot wurde wie im Vorjahr und trotz heftiger Gewittergüsse von ca. 35 000 Besuchern wahrgenommen.

Unter dem Motto »20 Jahre Fraunhofer in Dresden meets 10. Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften!« luden auch die Wissenschaftler des Fraunhofer-Institutszentrum in ihre vier Institute ein und präsentierten Highlights aus ihrem vielseitigen und traditionsreichen Portfolio. Den rund 2900 Besuchern wurden wieder spannende Experimente, Ratespiele, Präsentationen und ein außergewöhnliches Kinderprogramm angeboten.



16. August 2012

Center for Energy and Environmental Chemistry (CEEC) entsteht

Im Rahmen einer vielbeachteten Pressekonferenz wurde im August 2012 der Startschuss für den Aufbau eines deutschlandweit einzigartigen Zentrums für Energie und Umweltchemie in Jena (Center for Energy and Environmental Chemistry Jena – CEEC Jena) gegeben. Unter dem Dach des CEEC entwickeln die Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) und das Fraunhofer IKTS zukünftig gemeinsam keramische und polymere Materialien für die Energiespeicherung, -erzeugung und für Umwelttechnologien. Zugleich sollen entsprechende Prototypen gebaut werden, was eine enge Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung sichert. Die bestehenden Arbeitsgruppen von FSU und Fraunhofer IKTS werden durch zwei neu eingerichtete Forschergruppen sowie eine von der Carl-Zeiss-Stiftung finanzierte Juniorprofessur für Elektrochemie ergänzt.

Derzeit arbeiten die Wissenschaftler noch an verschiedenen Standorten. Im zweiten Schritt der Zentrumsbildung soll daher bis Sommer 2015 ein 1200 m² großer Forschungsneubau für das CEEC Jena am Jenaer Max-Wien-Platz errichtet werden.

22. August 2012

Offizielle Eröffnung des Batterie-Technikums in Pleiße

Die ThyssenKrupp System Engineering GmbH und das Fraunhofer IKTS forschen gemeinsam mit KMS Technology Center GmbH und AWEBA Werkzeugbau GmbH an neuen Technologien für die effiziente und kostengünstige Fertigung von Lithium-Ionen-Batteriezellen.

Die im gemeinsamen Projekt »LiFab« entwickelten Lösungsansätze werden in einem neuen 1800 m² großen Batterie-Technikum validiert und getestet, das am 22. August 2012 im Beisein des Sächsischen Ministerpräsidenten Stanislaw Tillich eröffnet wurde. Das Fraunhofer IKTS betreut hier die Prozessschritte

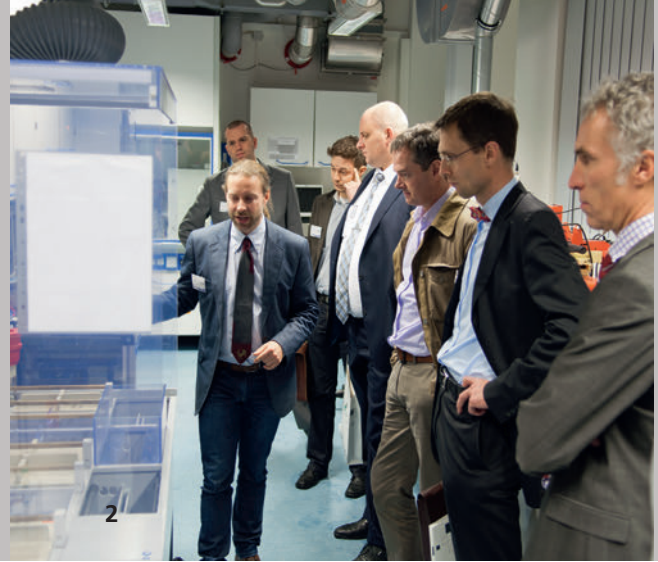
zur Herstellung der Batterieelektroden, die maßgeblich für Leistung und Zuverlässigkeit der Batteriezellen verantwortlich sind. Basierend auf den erlangten Erkenntnissen können effizientere Prozessketten definiert und Produktivität sowie Kostenstrukturen von Fertigungsanlagen für Lithium-Ionen-Batterien maßgeblich verbessert werden.

19. Oktober 2012

Einweihung des Applikationszentrums Bioenergie im Bioenergiepark Pöhl

Im Oktober 2012 fand die feierliche Einweihung des Applikationszentrums Bioenergie (AZB) statt, in dem das Fraunhofer IKTS

- 1 Konferenzteilnehmer der 10. CMCEE in Dresden.
- 2 Auftritt der Sächsischen Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst Prof. Sabine von Schorlemer (2. v.r.) während der Eröffnungsveranstaltung zur 10. CMCEE.
- 3 Tatkräftige Unterstützung bei der Grundsteinlegung für den Erweiterungsbau des Fraunhofer IKTS in Hermsdorf durch Christine Lieberknecht, Ministerpräsidentin des Freistaats Thüringen (links).
- 4 Eröffnung des 1800 m² großen Batterie-Technikums in Pleiße im Beisein des Sächsischen Ministerpräsidenten Stanislaw Tillich (Mitte).
- 5 Sächsischer Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft Frank Kupfer (r.) gratuliert zur Einweihung des Applikationszentrums Bioenergie im Bioenergiepark Pöhl.



und die Lehmann Maschinenbau GmbH ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der stofflichen und energetischen Nutzung von Biomasse bündeln. Mit seiner installierten Pilottechnik dient das AZB der Verfahrensfestlegung, Langzeiterprobung und Maßstabsübertragung von Prozessen für die Effektivierung der Biogaserzeugung und -nutzung. Das Besondere dabei ist, dass die Verfahren stets in Verbindung mit geeigneten Ausrüstungen entwickelt werden. Dadurch ist die angestrebte Marktreife und Breitenanwendung schneller zu erreichen. Neben der Nutzung und weiteren Optimierung der bereits vorhandenen Technik soll das AZB als Versuchs- und Testfeld für neue Ideen genutzt werden und den Rahmen für regelmäßige Tagungen sowie Schulungen bieten. Damit werden beste Perspektiven für die Qualifizierung von jungen Wissenschaftlern und Technikern geboten, was für wissenschaftlichen Nachwuchs und die Schaffung neuer Arbeitsplätze in der Region sorgt.

9.–11. November 2012

Vierte Fraunhofer-Talent-School

Im November 2012 luden drei Dresdner Fraunhofer-Institute zur vierten Fraunhofer-Talent-School, einem Programm für Jugendliche der neunten bis dreizehnten Jahrgangsstufe, ein. Ein Wochenende lang konnten 35 naturwissenschaftlich begeisterte Jugendliche gemeinsam mit erfahrenen Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in einem von drei Workshops experimentieren und Ideen entwickeln, um so besondere persönliche Begabungen und Talente zu erkennen und zu erproben.

Der am Fraunhofer IKTS angebotene Workshop befasste sich mit der zukunftsweisenden Brennstoffzellen-Technologie. Neben dem Austausch und der Vertiefung wissenschaftlicher Erkenntnisse stand v. a. das projektorientierte gemeinsame Arbeiten im Mittelpunkt des Workshops.

In Dresden ist die fünfte Fraunhofer-Talent-School für November 2013 geplant. Weitere Informationen: www.talent-school-dresden.de

29.–30. November 2012

Symposium: Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie

Zum nunmehr dritten Symposium der Tagungsreihe »Angewandte Elektrochemie in der Werkstoffwissenschaft« trafen sich etwa 60 Teilnehmer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz am Fraunhofer IKTS in Dresden.

Die 19 Referenten aus Industrie und Wissenschaft präsentierten neben klassischen Themen der Anodisation, wie Korrosions- oder Verschleißschutz, auch neue Anwendungen in der Nanotechnologie, wo Anodierschichten als Template eingesetzt werden. So gelang der Brückenschlag zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierten Arbeiten zur elektrolytischen Oxidation, wobei messtechnische Beiträge im Zusammenhang mit der Untersuchung der Oxidschichtbildung oder dem Herstellungsprozess das Vortragsprogramm komplettierten. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch Produktpräsentationen von sieben Ausstellern.

Aufgrund der positiven Resonanz der Teilnehmer wird die Tagungsreihe im November 2014 fortgesetzt.

5. Dezember 2012

GreenTech-Campus Hermsdorf startet

Mit einer Pressekonferenz wurde am 5. Dezember 2012 der Startschuss für den GreenTech-Campus Hermsdorf gegeben – einem Standort für wirtschaftsnahe Forschung und für Unternehmen aus der Energie- und Umwelttechnik, der vom Land Thüringen und dem Fraunhofer IKTS finanziert und entwickelt wird. Thüringens Wirtschaftsminister Matthias Machnig stellte gemeinsam mit dem Institutsleiter des Fraunhofer IKTS, Prof. Dr. Alexander Michaelis, die Pläne für den neuen Innovationsstandort vor, der rund um das Fraunhofer IKTS in Hermsdorf entstehen wird. Neben der Errichtung eines Batterietechnikums, in dem ab Mitte 2014 neuartige Stromspeichersysteme entwickelt, aber auch vorhandene Batterietypen getestet und



weiterentwickelt werden, stellte Wirtschaftsminister Machnig die Förderung eines Brennstoffzellentechnikums in Aussicht. Ziel der Aktivitäten des Greentech-Campus ist es, Forschungsergebnisse schneller in industrielle Anwendungen zu überführen. Davon profitieren sowohl lokal ansässige Industriepartner als auch der Standort Hermsdorf, indem sich weitere Unternehmen niederlassen. So kündigte bereits die Fuel Cell Energy Solutions GmbH (FCES), ein Joint-Venture des weltgrößten Brennstoffzellenproduzenten Fuel Cell Energy, Inc. (FCE) mit dem Fraunhofer IKTS, seine Ansiedlung an.

Preise

Prof. Alexander Michaelis mit Bridge Building Award der American Ceramic Society ausgezeichnet

Am 23. Januar 2012 nahm Prof. Alexander Michaelis den Bridge Building Award im Rahmen der 36. International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites (ICACC) in Daytona Beach entgegen. Mit mehr als 1100 Teilnehmern aus über 50 Nationen ist diese Konferenz eine der wichtigsten internationalen Veranstaltungen auf dem Gebiet der Hochleistungskeramik. Mit der jährlichen Verleihung des Preises zeichnet die American Ceramic Society Wissenschaftler aus, die außergewöhnliche Leistungen auf dem Gebiet der Keramikentwicklung erbringen und somit wesentlich zur Steigerung des internationalen Renommées dieses Forschungsfelds beitragen. Der Preis wurde speziell für die Leistungen von Prof. Alexander Michaelis auf dem Gebiet der Energie- und Umwelttechnologie verliehen.

Biogas-Innovationspreis 2012

Der Biogas-Innovationspreis der Deutschen Landwirtschaft ging 2012 an das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Damit teilte sich das Institut den Preis

in der Kategorie Wissenschaft mit dem Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte der Humboldt-Universität zu Berlin. Ausgezeichnet wurde Frau Dipl.-Ing. Anne Deutschmann vom Fraunhofer IKTS für ihren Beitrag zum Thema »Prozess-Tomographie – Die Möglichkeit der praxisnahen Bewertung und Optimierung von Mischprozessen«.

Der Preis, den die Landwirtschaftliche Rentenbank stiftet, wurde bereits zum dritten Mal im Rahmen des Biogas-Innovationskongresses, der am 10. und 11. Mai 2012 in Osnabrück stattfand, verliehen. Die Veranstaltung widmet sich entscheidenden Neu- und Weiterentwicklungen im Bereich Biogas, das ein wichtiger Bestandteil der Energiewende ist.

- 1 Freude der 35 Schülerinnen und Schüler aus ganz Deutschland über die erfolgreiche Teilnahme an der 4. Fraunhofer-Talent-School in Dresden.
- 2 Tagungsteilnehmer des Symposiums »Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie« beim Institutsrundgang durch das IKTS.
- 3 Start des GreenTech-Campus in Hermsdorf durch Matthias Machnig, Minister für Wirtschaft, Arbeit und Technologie des Freistaats Thüringen (2. v.r.), in einer viel beachteten Pressekonferenz.
- 4 Verleihung des Biogas-Innovationspreises 2012 in der Kategorie Wissenschaft an das Fraunhofer IKTS.



Dresden Congress Award

Bereits zum neunten Mal wurde der »Oscar« der Dresdner Kongressbranche von der Landeshauptstadt Dresden und dem Dresden Convention Bureau des Tourismusverbands Dresden e.V. vergeben. Im Rahmen einer feierlichen Preisverleihung am 6. November 2012 im Hotel Taschenbergpalais Kempinski Dresden überreichte die Oberbürgermeisterin Helma Orosz die Preise in vier Kategorien.

In der Kategorie »501 bis 1000 Teilnehmer« ging der Award an Prof. Dr. Alexander Michaelis, Institutsleiter des Fraunhofer IKTS, für die Initiierung und Ausrichtung des Kongresses »10th CMCEE – International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications«. Der Veranstaltung folgten im Mai 2012 etwa 600 Teilnehmer aus 50 Ländern nach Dresden.

Seit 2004 zeichnet der Dresden Congress Award Wissenschaftler, Unternehmen und Kongressveranstalter aus, die herausragende Tagungen und Kongresse nach Dresden geholt und damit die Wirtschaft in der Landeshauptstadt gestärkt haben.

Kooperationsverträge

Kooperationsvertrag mit Mayur REnergy Solutions Inc.

Um künftig saubere und umweltfreundliche Energiealternativen zu fairen Preisen anbieten zu können, unterzeichnete die Firma Mayur REnergy Solutions Inc. mit Sitz in Indien und den USA im Januar 2013 einen Vertrag mit dem Fraunhofer IKTS. Gemeinsam sollen künftig Brennstoffzellensysteme (SOFC) entwickelt und ein bisher meist fehlendes dezentralisiertes Stromerzeugungsnetz errichtet werden, um die angespannte Stromsituation in Indien und anderen Entwicklungsländern nachhaltig zu lösen.

Im Rahmen dieses vielversprechenden Projekts entwickelt das Fraunhofer IKTS bis 2014 erste Prototypen, die auf dem bereits

eingeführten eneramic®-Brennstoffzellensystem basieren. Dieses soll nun für höhere Leistungsklassen angepasst werden.

Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding mit der koreanischen Firma POSCO

Am 23. Januar 2013 fand am Fraunhofer IKTS in Dresden die Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding (MoU) zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und der koreanischen Firma POSCO statt. Das Unternehmen POSCO (Pohang Iron and Steel Company) ist der viertgrößte Erzeuger von Stahl in der Welt und darüber hinaus mit eigenen Unternehmen in den Bereichen Energie sowie Material und Chemie tätig. Begleitend zu diesem Ereignis wurden die Forschungsthemen der Fraunhofer-Allianz Energie in einem Workshop präsentiert. Ziel des Workshops war es, Möglichkeiten einer für beide Seiten gewinnbringenden Kooperation auszuloten. Die koreanische Delegation wurde von Dr. Kwon, Chief-Technical-Officer (CTO) der Firma Posco geleitet. Vertreter des Fraunhofer IKTS und drei weiterer Fraunhofer-Institute nahmen an diesem Workshop teil. Das unterzeichnete MoU soll die Anbahnung von gemeinsamen Projekten in Zukunft erleichtern.

1 Dresden Congress Award 2012 für die erfolgreiche Initiierung und Organisation der 10. CMCEE durch das Fraunhofer IKTS.

2 Dr. Kwon, Chief-Technical-Officer (CTO) von POSCO nach der Unterzeichnung des Memorandum of Understanding mit der Fraunhofer-Gesellschaft.

MESSEBETEILIGUNGEN 2012



JANUAR

Biogas Fachmesse
Bremen, 10.–12. Januar 2012

FEBRUAR

nano tech
Tokyo, 15.–17. Februar 2012
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

Fuel Cell Expo
Tokyo, 29. Februar–2. März 2012
Gemeinschaftsstand mit eZelleron GmbH

MÄRZ

Jenaer Industrietage
Jena, 28.–29. März 2012

APRIL

Hannover Messe
Hannover, 23.–27. April 2012
Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Energie
Gemeinschaftsstand Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V.
Gemeinschaftsstand Mikro-Nanotechnologie Thüringen e.V.
Gemeinschaftsstand LEG Thüringen

1 Präsentation des Gläsernen Abgasstrangs auf der Ceramitec 2012.



MAI

IFAT

München, 7.–11. Mai 2012

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Syswasser

SMT/HYBRID/PACKAGING

Nürnberg, 8.–10. Mai 2012

Gemeinschaftsstand »Future Packaging 2012«

Tag des offenen Labors

Dresden-Rossendorf, 12. Mai 2012

Gemeinschaftsstand mit Materialforschungsverbund
Dresden e.V.

Sensor & Test

Nürnberg, 22.–24. Mai 2012

Gemeinschaftsstand »Future Packaging 2012«

Ceramitec

München, 22.–25. Mai 2012

JUNI

Eröffnung Schlammbehandlungsanlage (Klärpark Dresden-Kaditz)

Dresden, 8. Juni 2012

Tag der offenen Tür – Stadtentwässerung Dresden

Dresden, 10. Juni 2012

NanoFair

Dresden, 12.–13. Juni 2012

Gemeinschaftsstand mit Materialforschungsverbund
Dresden e.V.

Actuator

Bremen, 18.–20. Juni 2012

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Achema

Frankfurt, 18.–22. Juni 2012

European Fuel Cell Forum

Luzern, 26.–29. Juni 2012

JULI

ICIM (International Conference on Inorganic Membranes)

Twente, 10.–13. Juli 2012

SEPTEMBER

Euro PM

Basel, 16.–19. September 2012

EU PVSec

Frankfurt, 24.–28. September 2012

Gemeinschaftsstand Wirtschaftsförderung Sachsen

OKTOBER

Battery+Storage

Stuttgart, 8.–10. Oktober 2012

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Batterien

Materialica

München, 23.–25. Oktober 2012



3



4



5

NOVEMBER

Innovationstag Thüringen

Erfurt, 2. November 2012

Cellular Materials

Dresden, 7.–9. November 2012

Electronica

München, 13.–16. November 2012

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

Hybridica

München, 13.–16. November 2012

Gemeinschaftsstand Expertenkreis Keramikspritzguss

EuroMold

Frankfurt, 27.–30. November 2012

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

Hagener Symposium

Hagen, 29.–30. November 2012

1 Großes Besucherinteresse am Exponat »Drahtlose Energieübertragung« auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Energie während der Hannover Messe 2012.

2 »From Fuels to Electricity« – Präsentation des Fraunhofer IKTS auf dem Gemeinschaftsstand der Brennstoffzelleninitiative Sachsen während der Hannover Messe 2012.

3 Erfolgreiche Messeteilnahme des Fraunhofer IKTS und Ausrichtung des »Tag der Technischen Keramik« als Fortsetzung der 10. CMCEE auf der Ceramitec 2012 in München.

4 Vorstellung innovativer Membrankonzepte des Fraunhofer IKTS auf der Achema in Frankfurt.

5 Präsentation der Brennstoffzellen-Kompetenzen des Fraunhofer IKTS auf der begleitenden Ausstellung des European Fuel Cell Forum in Luzern.

FORSCHUNGSFELD WERKSTOFFE

Abteilungsleiter:

Dr. habil. Andreas Krell

Dipl.-Krist. Jörg Adler

Dr. Isabel Kinski

Profil

Die Kernkompetenz des Forschungsfelds »Werkstoffe« liegt in der Synthese und Entwicklung neuer bzw. modifizierter keramischer Werkstoffe und Verbundwerkstoffe, wie Keramik-Metall, Keramik-Faser sowie Keramik-Keramik, unter Nutzung sowie Generierung fortgeschrittenster Technologien.

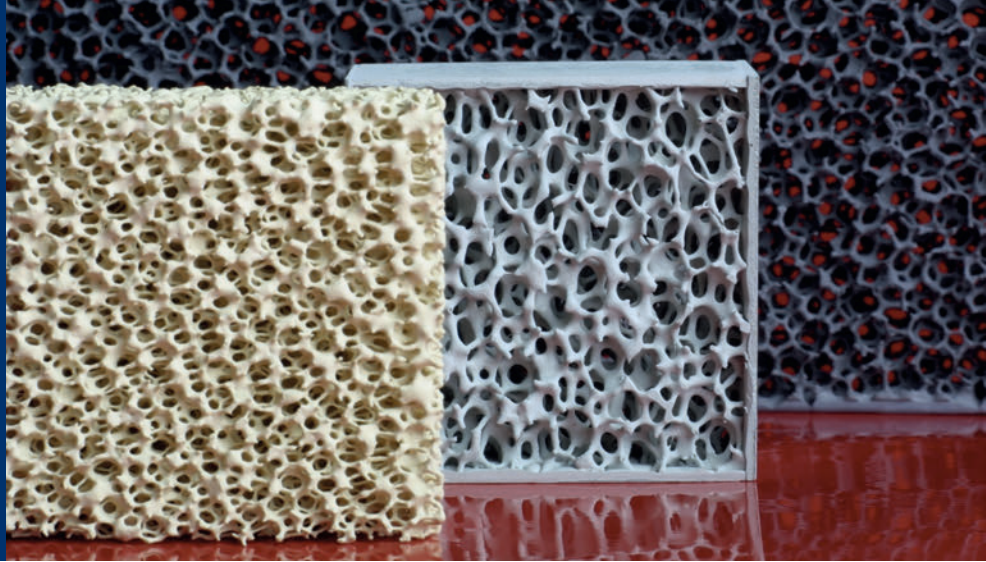
Die Angebotspalette erstreckt sich dabei von gezielten Rohstoffsynthesen aus prekeramischen Vorstufen, sogenannten Precursorkeramiken, oder nachwachsenden Rohstoffen über eine anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung bis hin zur technologischen Anprobung und Herstellung von prototypischen Bauteilen und Systemen inklusive deren Charakterisierung und Testung. Dabei finden sowohl materialspezifische und technologische Aspekte für industrielle Anwendungen als auch sicherheits- bzw. gesundheitsrelevante Fragen Berücksichtigung.

Einen Schwerpunkt bei der Werkstoffqualifikation stellt die Entwicklung von defektvermeidenden und kostengünstigen Verfahren dar. Das breite Leistungsspektrum umfasst sowohl pulververarbeitende Technologien für einfach aufgebaute keramische Materialien als auch faserverarbeitende und Beschichtungstechnologien für Verbundwerkstoffe oder funktionelle Schichten, wie transparent leitfähige Oxide.

Die erfolgreiche Erschließung neuer Anwendungsfelder durch eine gezielte Verbindung von strukturellen und funktionellen Eigenschaften in keramischen Werkstoffen oder Keramik-Metall-Verbunden spiegelt sich u. a. in der Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen, elektrisch leitfähigen Keramiken, Thermoelektrika, Schneid-, Schleif- und Umformwerkzeugen, Schutz- und Biomaterialien, transparenten Komponenten und optischen Keramiken, funktionellen keramischen Schichten und Filtern wider.

Leistungsangebot

- Partikel-Synthese, Oberflächenmodifikation und Dotierung
- Integrierte Werkstoff- und Verfahrensentwicklungen für neuartige Hochleistungskeramiken und Hartmetalle
- Entwicklung und Bereitstellung von Rohstoffen, Erprobungsmustern und komplexen Komponenten
- Expertisen zu Herstellungs- und Einsatzfragen
- Prüfungen (mechanische, tribologische, elektrische und korrosive Eigenschaften bei Raum- und Hochtemperatur)
- Schädigungs- und Versagensanalyse von Bauteilen und Werkzeugen
- Evaluierung von Sicherheits- und Gesundheitsrisiken beim Einsatz feinteiliger Pulver und Werkstoffe
- Charakterisierung des Benetzungsverhaltens für Beschichtungen und Oberflächenspannungen von Flüssigkeiten
- Charakterisierung des Korrosionsverhaltens unter anwendungsähnlichen Bedingungen (Heißgaskorrosion)



Abteilungsleiter

Oxidkeramik, Hartmetalle
und Cermets

Oxidkeramik

Dr. habil. Andreas Krell
Telefon +49 351 2553-7538
andreas.krell@ikts.fraunhofer.de



Abteilungsleiterin

Precursorkeramik und Komposit-
werkstoffe

Precursorkeramik

Dr. Isabel Kinski
Telefon +49 36601 9301-3931
isabel.kinski@ikts.fraunhofer.de



Hartmetalle und Cermets

Dr. Volkmar Richter
Telefon +49 351 2553-7614
volkmar.richter@ikts.fraunhofer.de



**Pilotfertigung hochreine
Keramik**

Dipl.-Ing. (FH) Frank Kastner
Telefon +49 36601 9301-4300
frank.kastner@ikts.fraunhofer.de



Abteilungsleiter

Nitridkeramik, Carbid- und
Filterkeramik

Carbid- und Filterkeramik

Dipl.-Krist. Jörg Adler
Telefon +49 351 2553-7515
joerg.adler@ikts.fraunhofer.de



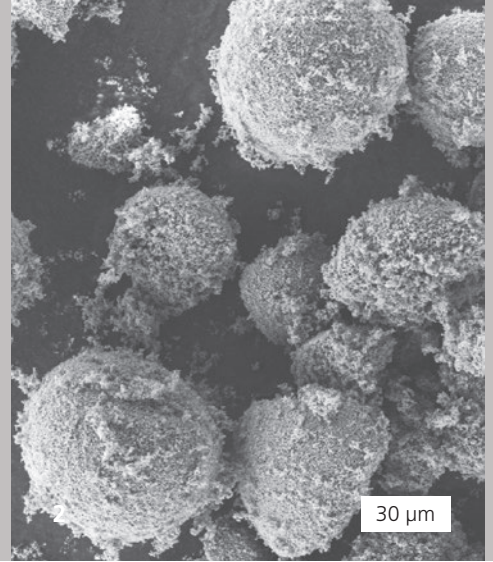
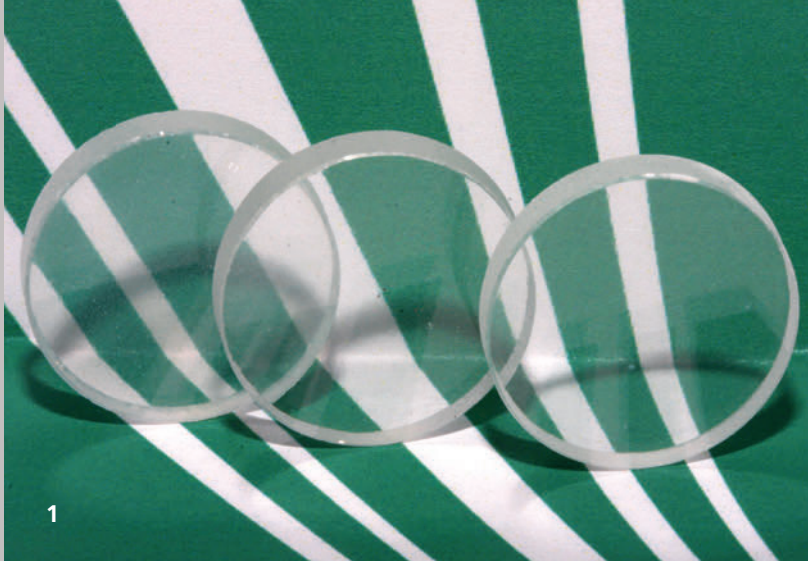
**Oxid- und polymerkeramische
Komponenten**

Dipl.-Ing. Henry Ludwig
Telefon +49 36601 9301-4968
henry.ludwig@ikts.fraunhofer.de



**Nitridkeramik und elektrisch
funktionelle Strukturkeramik**

Dr. Hans-Peter Martin
Telefon +49 351 2553-7744
hans-peter.martin@ikts.fraunhofer.de



MgO – EINE TRANSPARENTKERAMIK HOHER WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Dipl.-Ing. Thomas Hutzler, Dr. Andreas Krell

Magnesiumoxid ist auf Grund seiner hohen thermischen Beständigkeit als klassisches Feuerfestmaterial bekannt. Mit einem Schmelzpunkt von über 2800 °C gehört MgO zur Gruppe der Hochtemperaturkeramiken. Als hervorragender elektrischer Isolator mit zugleich guter Wärmeleitfähigkeit findet es in porösen oder gasdichten Bauteilen breite Anwendung, z. B. in Mantelthermoelementen und bei der Herstellung von Heizern und Heizpatronen. Durch Kombination dieser beiden Eigenschaften mit der durch die kubische Kristallstruktur möglichen doppelbrechungsfreien optischen Transparenz in einem breiten Wellenlängenbereich, bietet transparente MgO-Keramik sich als Kandidat für eine ganze Reihe neuer Anwendungsmöglichkeiten an. Diese finden sich z. B. in der Beleuchtungstechnik, in der Optik und Lasertechnik sowie für thermische Sensor- und entsprechende Regelsysteme.

Im Rahmen von Aktivitäten zur Vorlauforschung war es möglich, einerseits mit der Findung geeigneter kommerzieller Ausgangspulver eine verlässliche Rohstoffbasis zu erschließen und andererseits mit den im Fraunhofer IKTS vorhandenen umfangreichen Erfahrungen auf dem Gebiet defektvermindernder Verarbeitungsverfahren eine erfolgreiche Herstellungstechnologie auf Labor-Ebene zu entwickeln. Zur Erzielung einer hohen optischen Transmission müssen dabei, abgesehen von den physikalischen Voraussetzungen für Transparenz, folgende Anforderungen an die werkstofflichen Eigenschaften des MgO-Rohstoffpulvers und der daraus erzeugten Sinterkeramik erfüllt sein:

- Verunreinigungs- und fremdphasenfreie Rohstoffpulver mit Reinheiten um 99,99 % MgO,

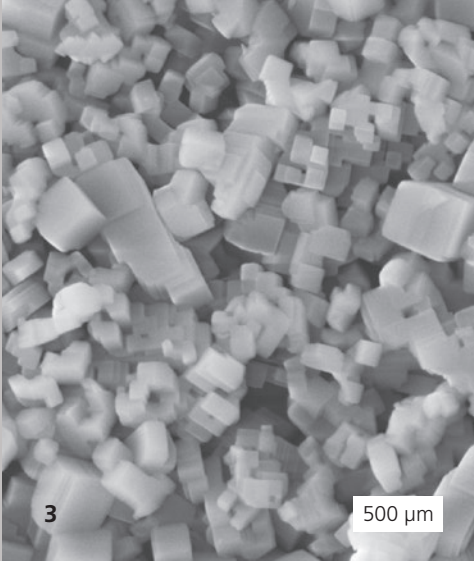
- Hochdisperse ausreichend feinkörnige und sinteraktive Ausgangspulver,
- Defektfreiheit im völlig dichtgesinterten Material.

Herstellungstechnologie

Im Ergebnis des Rohstoffscreenings erwiesen sich zwei kommerziell verfügbare MgO-Pulver japanischer Hersteller als erfolgreich. Mit spezifischen Oberflächen (BET) von 8 bis 10 m²/g und mittleren Partikelgrößen um 180 nm erfüllen diese sowohl die Anforderungen an Reinheit als auch hinsichtlich der Partikelgröße.

Mit Blick auf eine möglichst einfache industrielle Überführung beschränkt sich die technologische Route auf folgende drei industrielle Prozessschritte:

1. Herstellung eines pressfähigen MgO-Granulats:
Nach Deagglomeration der Pulverpartikel in einem alkoholischen Schlicker sowie Homogenisierung mit geeigneten organischen Additiven (Dispergier- und Presshilfsmittel) mittels Mischmahlung in einer Rührwerkskugelmühle erfolgen Trocknung im Rotationsverdampfer und Siebgranulierung.
2. Formgebung:
Mittels uniaxialen Vorpessens und kaltisostatischer Nachverdichtung sind im Rahmen der Labor- bzw. Technikumsversuche nicht nur kleine scheibenförmige Testproben mit ca. 30 mm Durchmesser sondern auch größere quadratische Platten mit ca. 80 mm Kantenlänge und 10 mm Dicke realisierbar.



3. Wärmebehandlung:

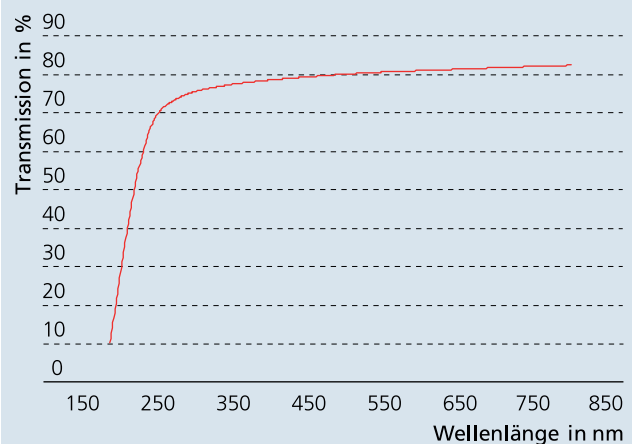
Nach Entbinderung bei 800 °C erfolgt mittels Vorsintern an Luft und heißisostatischem Pressen (HiP) in Argon bei optimalen Temperaturen die völlige Verdichtung der MgO-Keramik.

Fremdpartikel mit einem erheblich vom MgO abweichenden Brechungsindex würden ebenso wie Restporosität zu optischen Streueffekten und damit zum Transparenzverlust führen. Die Umsetzung der hochreinen Ausgangspulver zu Keramik mit hoher gleichmäßiger Transparenz gelingt deshalb nur, wenn es möglich ist, über den gesamten Herstellungsprozess kontaminationsarm zu arbeiten. Neben hochreinen Versatzkomponenten werden deshalb für die mahltechnische Aufbereitung des Schlickers speziell dafür im Fraunhofer IKTS hergestellte verschleißarme Al_2O_3 -Mahlkugeln verwendet. Zur Nutzung und zur Messung der optischen Eigenschaften ist (im Gegensatz zur schmelzflüssigen Herstellung von Glas) eine optimale Oberflächenbearbeitung, bestehend aus Schleifen und Polieren, nach dem thermischen Teil des Herstellungsprozesses notwendig.

Werkstoffeigenschaften

Mit einem Brechungsindex von 1,736 (bei 600 nm Wellenlänge) beträgt die theoretische Maximaltransmission von MgO 86,5 %. Die oben beschriebene Technologie ermöglicht die Erzeugung durchsichtiger MgO-Keramik mit einer realen In-line-Transmission von 80 %, gemessen an polierten Proben mit 4 mm Dicke bei $\lambda = 640$ nm. Das Transmissionsspektrum zeigt im gesamten Wellenlängenbereich sichtbaren Lichts $\lambda \approx 380$ –780 nm eine gleichbleibend hohe Transmission zwischen 78 und 82 %. Im Bereich ultravioletten Lichts $\lambda = 200$ –350 nm ermöglicht die MgO-Keramik trotz stärkerer Verminderung immer noch eine Durchlässigkeit von 23 bis 77 %.

Optische Transmission transparenter MgO-Keramik

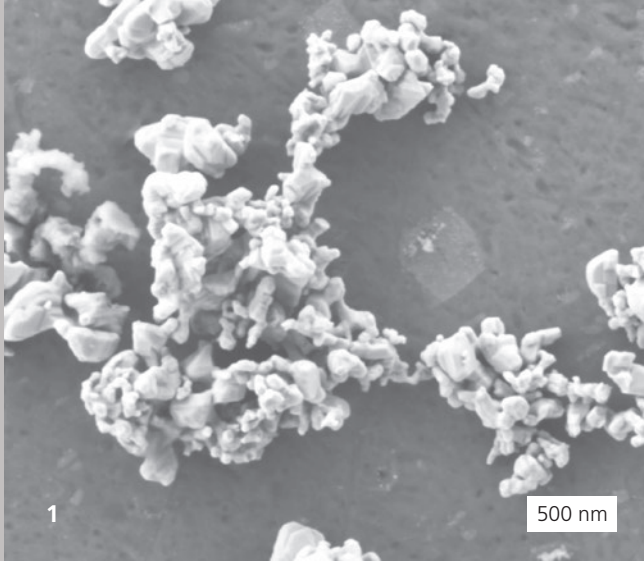


Die am gleichen Material gemessene Wärmeleitfähigkeit beträgt 47 W/mK ($T_{\text{Messung}} = 53,6$ °C). Damit liegt sie deutlich über Werten vergleichbarer transparenter Keramiken, wie des ebenfalls kubischen Spinells ($MgAl_2O_4$) mit ca. 15 W/mK oder des optisch doppelbrechenden Al_2O_3 mit 20–30 W/mK.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Herstellung transparenter oxidkeramischer Testproben und Demonstratoren mit angepassten optischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften

- 1 *Transparente MgO-Scheiben mit ca. 25 mm Durchmesser.*
- 2 *Stark agglomeriertes hochreines MgO-Rohstoffpulver.*
- 3 *Kubische MgO-Primärpartikel.*
- 4 *Platte mit 60 mm Kantenlänge aus transparentem MgO.*



SINTERN VON WOLFRAMCARBID-KERAMIK

Dipl.-Ing. Johannes Pötschke, Dr. Volkmar Richter

Konventionelle Hartmetalle bestehen aus einem harten und festen Wolframcarbidgefüge und einem weichen und zähen Bindemetall wie Co, Ni oder Fe. Für Anwendungen bei denen eine hohe Härte und Festigkeit benötigt wird, kann dies durch eine Reduzierung des Binderanteils und der Korngröße der Ausgangspulver realisiert werden. Die höchste Härte erhält man, wenn auf den metallischen Binder vollständig verzichtet wird. Die reine WC-Keramik wird in der Praxis meist binderfreies Hartmetall genannt, das außergewöhnliche Eigenschaften aufweist.

Ergebnisse und Eigenschaften

Die in der Arbeitsgruppe »Hartmetalle und Cermets« entwickelte Herstellungsroutine erlaubt die Herstellung von Wolframcarbidgefüge in konventionellen Hochtemperaturesinteröfen unterhalb 2000 °C. Durch eine gezielte Optimierung der Rohstoffe und Zusätze sowie eine genaue Kontrolle der Verarbeitung können so vollständig dichte Teile mit hervorragenden Eigenschaften in größerer Stückzahl produziert werden. Besondere Eigenschaftsmerkmale sind eine sehr hohe Härte von bis zu 2900 HV10, eine für Keramiken sehr gute Bruchzähigkeit von > 7 MPam^{1/2} sowie ein ausgesprochen feines Gefüge mit einer mittleren Sehnenlänge von < 200 nm. Mit feinerem Gefüge geht sowohl ein Anstieg der Härte als auch der Bruchzähigkeit einher. Durch das Fehlen des metallischen Binders zeichnet sich die Wolframcarbidgefüge zudem durch eine hohe Korrosions- und Verschleißbeständigkeit aus.

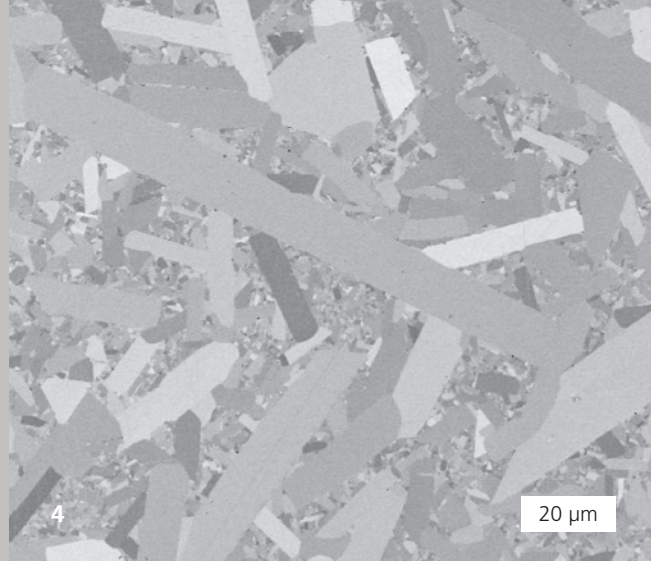
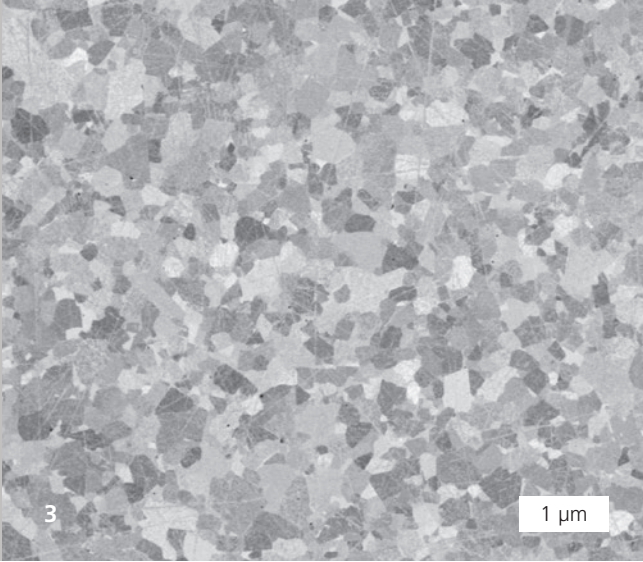
Eigenschaft	Einheit	Wert
Zersetzungstemperatur	°C	2800
Härte	HV10 HV0.1	2400–2900 bis > 3400
Bruchzähigkeit	MPa*m ^{1/2}	6–7,5
E-Modul	KN/mm ²	720
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	10 ⁻⁶ /K	3,7 (RT)–5,0 (800 °C)
Thermische Leitfähigkeit	W/m*K	130 (RT)–60 (1000 °C)

Durch eine gezielte Einstellung der Zusammensetzung, des Mahl- sowie des Sinterregimes konnte eine breite Palette an Wolframcarbidgefüge-Materialien mit Korngrößen und -verteilungen zwischen 0,1 µm und 100 µm hergestellt werden.

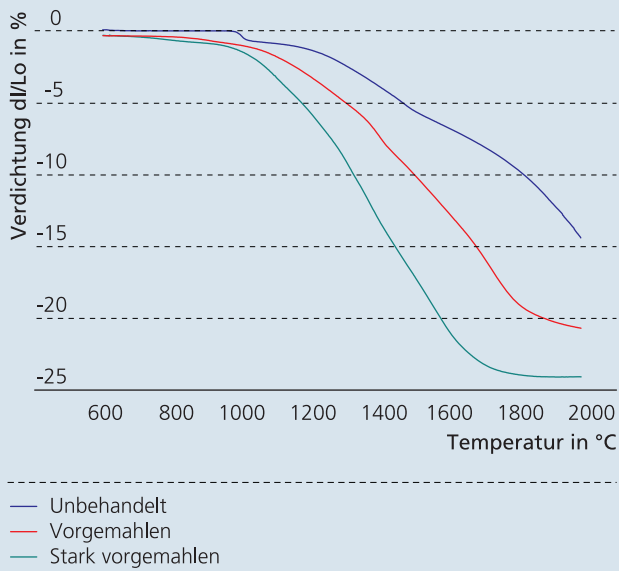
Im Rahmen der entwickelten Technologie kann die Sintertemperatur beim gasdruckunterstützten Sintern bis in die Nähe von Temperaturen abgesenkt werden, die bei der konventionellen Hartmetallherstellung verwendet werden. An einer weiteren Absenkung wird gearbeitet.

Anwendungen

Wolframcarbidgefüge lässt sich vorteilhaft dort einsetzen, wo es auf hohe Härte, Verschleißfestigkeit und Beständigkeit gegen saure Medien sowie eine hohe Qualität der Oberfläche ankommt. Wolframcarbidgefüge bewähren sich bei der Herstellung hochpräziser und harter Glaspressstempel, extrem verschleißfester Düsen für das Wasserstrahlschneiden, mecha-



Sinterverhalten von Wolframcarbid-Keramik in Abhängigkeit von der Pulveraufbereitung

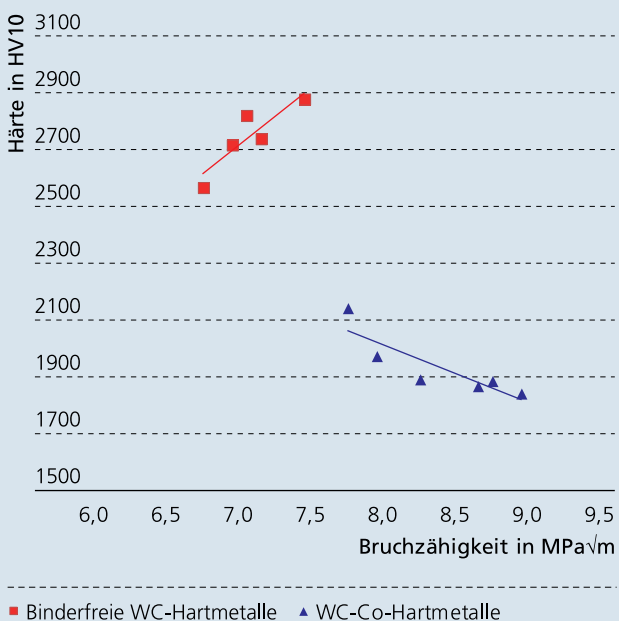


nischer Dichtungen sowie bei ausgewählten Fällen der Bearbeitung von Holz oder ähnlichen Materialien.

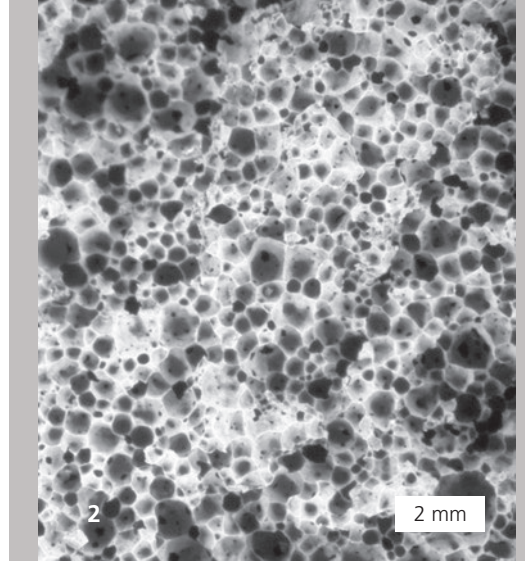
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Optimierung und Herstellung von Wolframcarbid-Keramiken für spezielle Anwendungen und Fertigungsumgebungen
- Legierungsentwicklung binderhaltiger Hartmetalle oder WC-freier Hartmetalle (Cermets)
- Materialcharakterisierung von Hartmetallen und Cermets
- Untersuchung von Ausfallursachen

Härte und Bruchzähigkeit von binderfreiem und binderhaltigen nanoskaligem WC-Hartmetall



- 1 Nanoskaliges Wolframcarbid-Ausgangspulver.
- 2 Glaslinsenpresstempel aus nanoskaliger Wolframcarbid-Keramik.
- 3 Nanoskaliges Gefüge einer Wolframcarbid-Keramik.
- 4 Bimodales Gefüge einer Wolframcarbid-Keramik.



KERAMIKSCHAUM-TECHNOLOGIE FÜR DIE TECHNISCHE WÄRMEDÄMMUNG

Dipl.-Ing. Fabian Luthardt, Dipl.-Krist. Jörg Adler

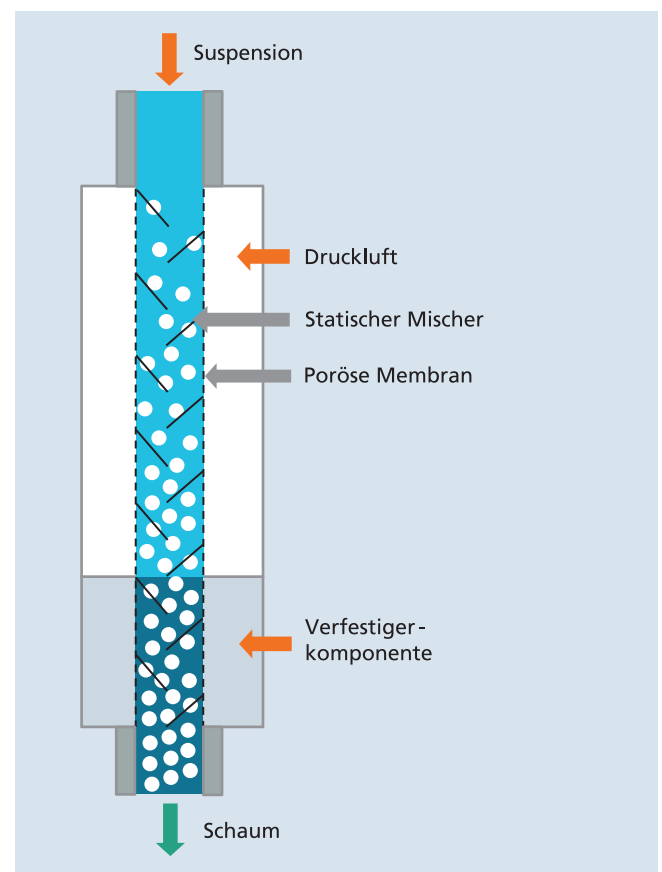
Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten keramischer Schäume resultieren aus der Kombination ihrer keramischen Eigenschaften, wie der hohen Temperaturbeständigkeit und der Art ihrer Porenmorphologie. Letztere ist maßgeblich durch die Herstellungstechnologie bestimmt. Offenporige, mit der Replika-Methode hergestellte Schäume werden insbesondere bei Filtern und Brennern eingesetzt. Geschlossenporige keramische Schäume eignen sich hingegen zum Einsatz in der technischen Wärmedämmung.

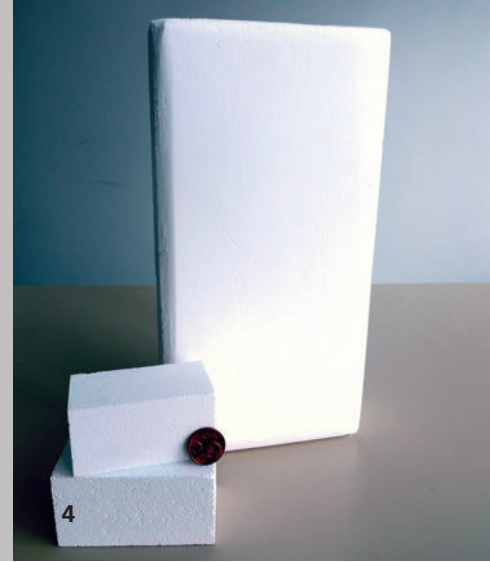
Eine besonders industrienaher Methode zur Herstellung keramischer Schäume als technisches Wärmedämmmaterial stellt das kontinuierliche und direkte Schäumen von Keramiken ohne Abformphase oder Platzhalter dar. In dem für diese Technologie am Fraunhofer IKTS entwickelten Schaumgenerator wird eine keramische Suspension mit Druckluft in einem kontinuierlichen Prozess zu einem keramischen Schaum hoher Porosität verarbeitet.

Im Inneren des Schaumgenerators vermischt ein statischer Mischer die durch eine Pumpe zugeführte Suspension mit der über eine poröse Membran zugeführten Luft. In einem zweiten Mischbereich kann eine weitere flüssige Komponente dem Schaum untergemischt werden, welche die anschließende Schaumverfestigung beschleunigt. Der entstandene, noch nasse Schaum wird in einem Formteilprozess in einfache, nichtsaugende Formen gefüllt. Anschließend wird der Schaum getrocknet, entformt und einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Porosität und die Porengröße des Schaums können über das Volumenstromverhältnis von Suspension und Luft sowie über die rheologischen Eigenschaften der Suspension

eingestellt werden. Es sind Porositäten bis zu etwa 90 % möglich. Die Porengröße liegt im Bereich zwischen 200 µm und 2 mm.

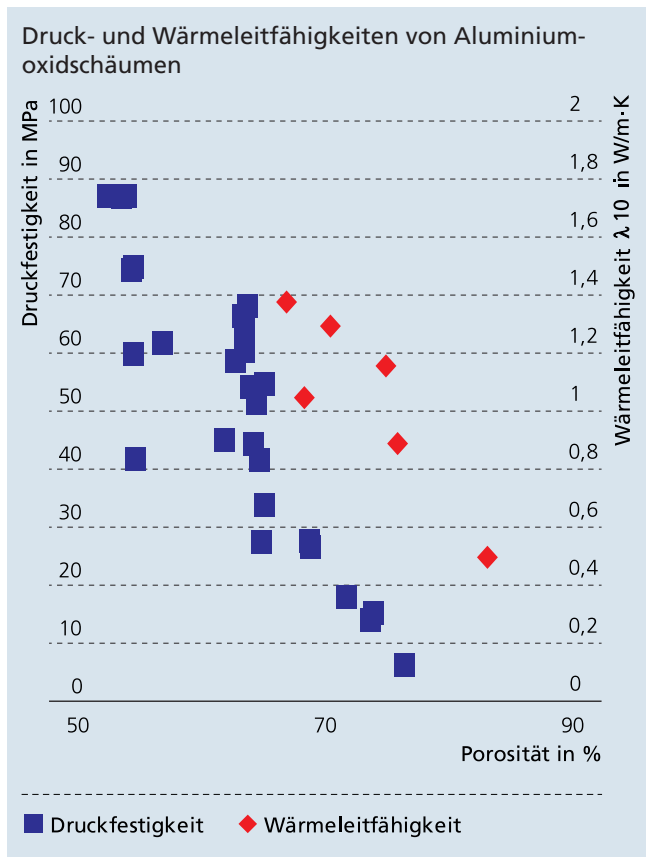
Die entwickelte Schäumungstechnologie bedarf keines Einsatzes gesundheitsschädlicher Fasern. Die Porosität der Schäume





resultiert lediglich aus der homogenen Verteilung der Luftblasen in dem noch flüssigen Schaumzustand. Im Gegensatz zu Treibmittelschäumen sind die kontinuierlichen Schäume isotrop herstellbar. Während der Wärmebehandlung fallen deutlich weniger Emissionen gegenüber Schäumen an, deren Porosität durch meist organische, porenbildende Partikel erzeugt wird. Bei Verwendung von hochreinem Aluminiumoxid als Schaumgerüstmaterial eignet sich der Schaum hervorragend zur technischen Wärmedämmung bei Temperaturen bis zu 1700 °C.

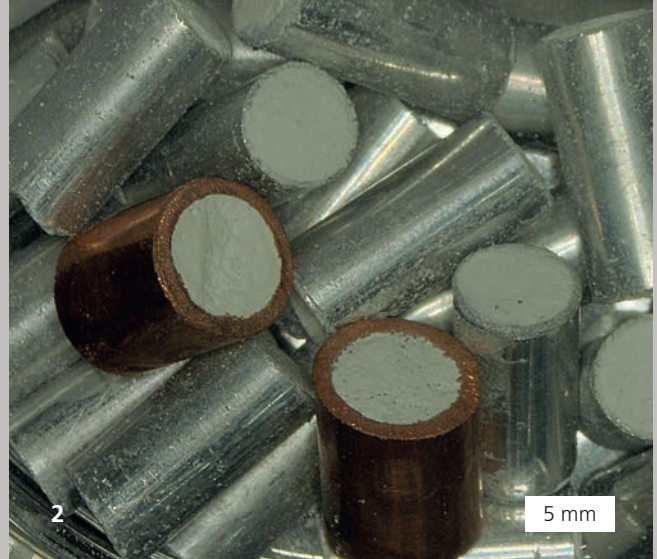
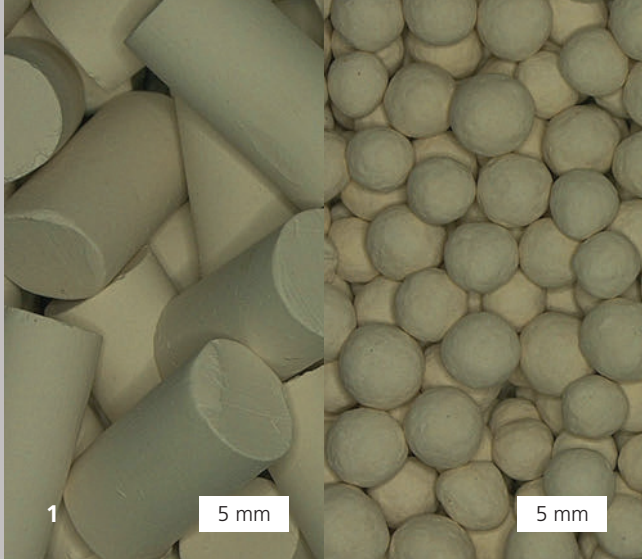
Das Ziel der Entwicklung der Aluminiumoxidschaumkeramik für die technische Wärmedämmung ist eine niedrige Wärmeleitfähigkeit bei einer ausreichenden Bauteilfestigkeit. Beide Forderungen stellen entgegengesetzte Anforderungen an die Porosität. Eine optimale Eigenschaftskombination wird durch eine homogene und reproduzierbare Schaummorphologie gewährleistet. Ermöglicht wird diese durch die kontinuierliche Schaumherstellung und die kontrollierte Verfestigung des Schaums. Die kontinuierliche Schäumungstechnologie ermöglicht die Herstellung industriell relevanter Geometrien und Mengen für die Anwendung des Schaums als Feuerleichtstein.



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung zellulärer Keramikmaterialien
- Entwicklung und Transfer industrieller Herstellungstechniken zur Fertigung von Komponenten aus zellulärer Keramik
- Prototypenentwicklung und Einsatztesting

- 1 Schaumgenerator.
- 2 Schaummorphologie.
- 3 Schäume aus Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und Ziegelmehl.
- 4 Aluminiumoxid-Feuerleichtstein.



METALLMANTELPELLETS – MATERIAL- VERBUND FÜR WÄRMESPEICHERUNG

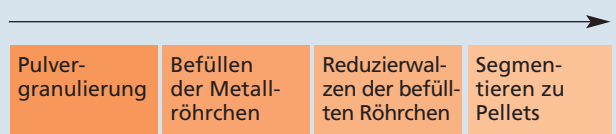
Dipl.-Ing. Heike Heymer, Dipl.-Krist. Jörg Adler

Ausgangspunkt dieser Projektidee ist die bei Schüttungen aus kommerziellen Katalysator- und Sorbenspellets (z. B. aus Zeolith oder Aktivkohle) immanent vorhandene schlechte Wärmeleitfähigkeit und geringe mechanische Stabilität. Ziel eines strategischen Fraunhofer-Projekts in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IWU in Chemnitz und IGB in Stuttgart ist daher die Entwicklung von Pellets mit einer hohen inneren Porosität und spezifischen Oberfläche, welche gleichzeitig eine gute mechanische Stabilität besitzt. In der Schüttung sollen diese Pellets eine deutlich verbesserte Wärmeleitfähigkeit als herkömmliche Pellets aufweisen. Gleichzeitig soll ein Herstellungsverfahren entwickelt werden, welches eine schnelle und kostengünstige Massenproduktion ermöglicht.

Der Lösungsansatz sind vorzugsweise zylindrische Formen, deren Sorbens- bzw. Katalysatorpulver an der Mantelfläche von einem gut wärmeleitfähigen Material wie z. B. Kupfer oder Aluminium umhüllt ist. Durch diese Metallhülle besitzen die Pellets eine hohe Abrieb- und Bruchfestigkeit bei Transport und Befüllung/Bewegung im Reaktor. In einer solchen Pelletschüttung entsteht durch Oberflächenkontakt der Pellets untereinander eine gute Wärmeleitfähigkeit, da die hoch wärmeleitfähigen Hüllen ein gut wärmeleitfähiges Skelett ausbilden.

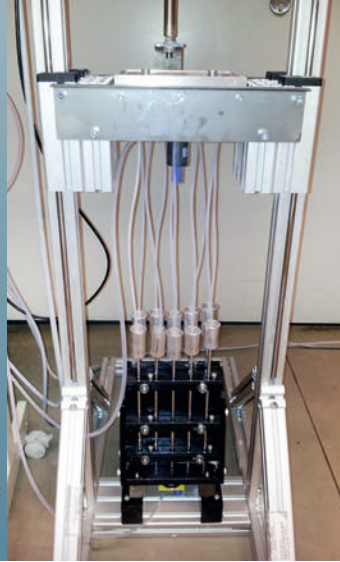
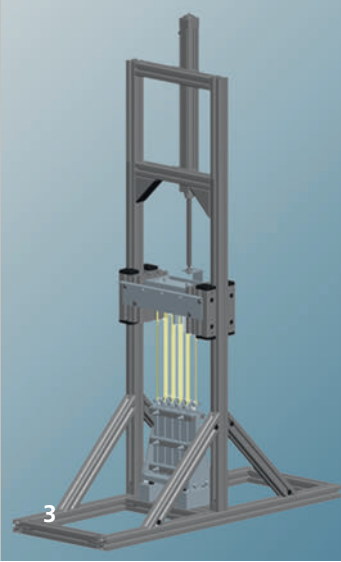
Das in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU konzipierte Herstellungsverfahren solcher Pellets zeigt das Fließschema.

Fließschema Herstellungsprozess



Nach Granulierung eines geeigneten Pulvers wird dieses mittels einer Befüllvorrichtung in vorgefertigte Al-Röhrchen mit z. B. $D_i < 4,5$ mm eingefüllt. Anschließend werden die gefüllten Röhrchen durch ein Reduzierwalzverfahren im Durchmesser verringert und somit das Granulat durch Verdichtung im Metallmantel fixiert. Anschließend erfolgt ein Trennen der Röhrchen zu Pellets der gewünschten Länge.

Als Modellsubstanz wurde ein NaY-Zeolith des Chemiewerks Bad Köstritz (CWK) mit alumosilikatischem (1) bzw. silikatischem (2) Binder ausgewählt. In Vorversuchen wurde durch Granulieren und anschließendem uniaxialen Verpressen der Pulver zu kleinen Zylindern ($D = 10$ mm, $H = 10$ mm) der Einfluss des Verdichtungsgrads auf die Festigkeit und spezifische Oberfläche untersucht. Hierbei hat zunehmender Pressdruck den erwarteten positiven Einfluss auf die Gründichten ($0,66\text{--}0,8$ g/cm³) und somit auch auf die Druckfestigkeit der Zylinder ($1\text{--}2,5$ MPa). Die spezifischen Oberflächen beider untersuchter Bindervarianten weisen nach dem Verdichten und nach Temperung bei 450 °C nur wenig geringere Werte als die Ausgangsgranulate auf. Der Unterschied zum Ausgangspulver CBV100 ist den Anteilen an Binder adäquat.



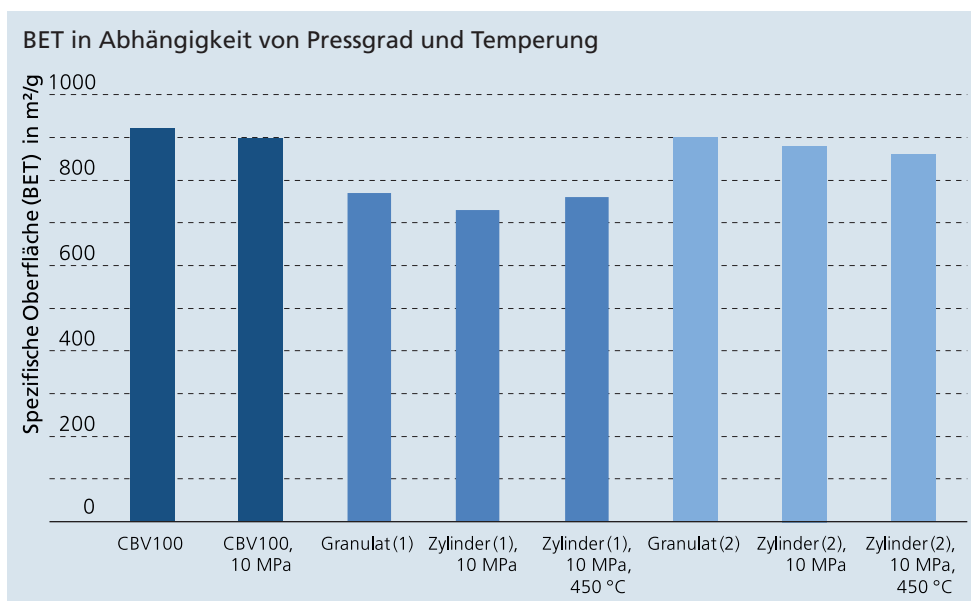
An den Granulaten (1) und (2) wurde außerdem das Füll- und Fließverhalten mittels Schütt- und Rüttelversuchen in vorgefertigten Al-Röhrchen untersucht. Hierbei konnten durch geeignete Rüttelparameter bereits ca. 70 % der Pressdichte von 10 MPa Pressdruck erreicht werden, was jedoch nicht ausreicht, um das Granulat in den Röhrchen zu fixieren. Erste Versuche mittels nachträglichem Reduzierwalzen der befüllten Röhrchen zeigten, dass bereits eine Reduktionsstufe auf einen D_p von ca. 3,7 mm ausreichend ist, um das Granulat im Röhrchen soweit zu verdichten (Dichte Pulver im Al-Röhrchen $0,66 \text{ g/cm}^3$), dass es darin fixiert ist und auf Pelletgröße von z. B. 10 mm getrennt werden kann.

Im Projekt sollen nach Vorliegen ausreichender Mengen die Eigenschaften der ummantelten Pellets hinsichtlich ihrer Fließ- und Verdichtungseigenschaften sowie ihres Abriebverhaltens und letztendlich anwendungsrelevante Testungen in einer skalierbaren Größenordnung an einem modellhaften Wärmespeicher (am IGB) durchgeführt werden. Diese werden im Vergleich zu herkömmlichen Pellets und Kugelgranulaten mit identischer Zusammensetzung durchgeführt.

Ein sehr wichtiges Kriterium für die Anwendungstauglichkeit der Komposit-Pellets sind die entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu Standard-Pellets. Aus diesem Grund wird eine Abschätzung der Fertigungskosten in einem industriellen Herstellungsszenario erfolgen.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Kompositmaterialien für Sorbens- und Katalysatoranwendungen
- Erarbeitung von Fertigungsverfahren zur industriellen Herstellung der Composite
- Anwendungsuntersuchungen



- 1 Pellets aus Zeolith (Fraunhofer IKTS).
- 2 Al- bzw. Cu-ummantelte Zeolith-Pellets (Fraunhofer IKTS).
- 3 Befüllvorrichtung für 10 Metall-Röhrchen (Fraunhofer IWU).
- 4 Versuchsstand »Sorptiver Wärmespeicher« (Fraunhofer IGB).



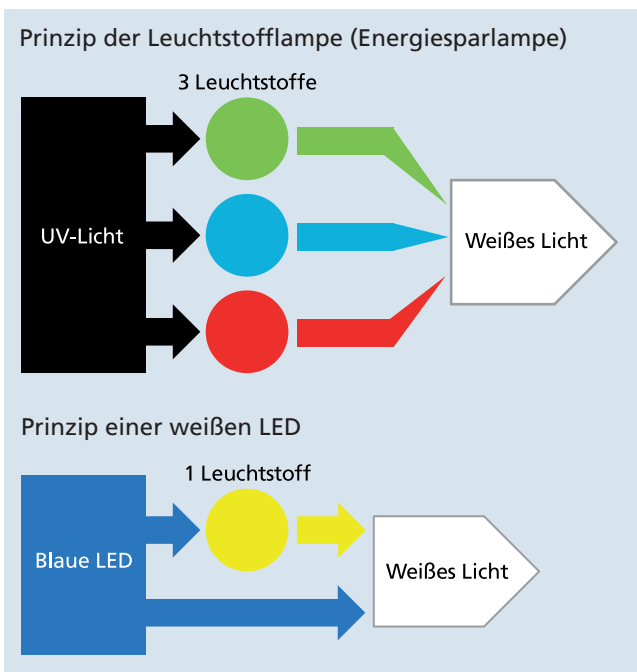
SYNTHESE UND CHARAKTERISIERUNG SELTENERD-DOTIERTER LEUCHTSTOFFE

Dr. Katja Wätzig, Dr. Isabel Kinski

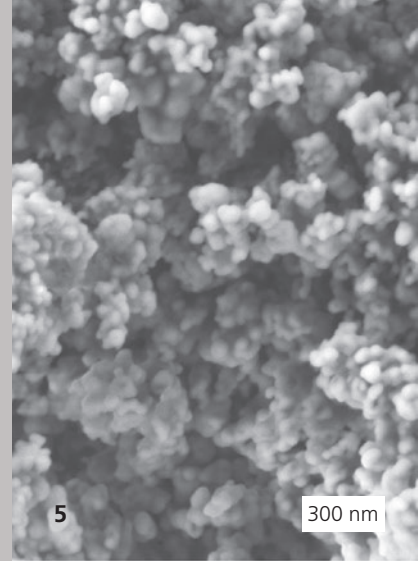
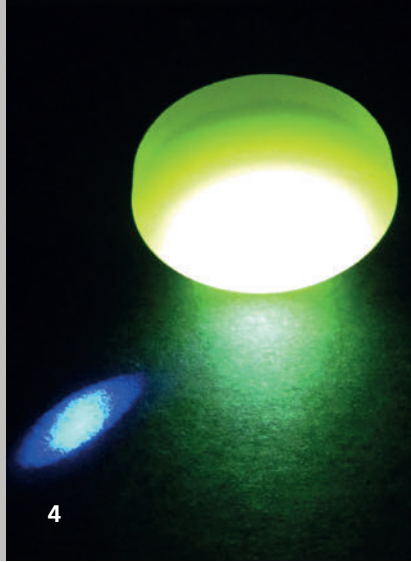
Leuchtmittel wie Energiesparlampen und LEDs beruhen auf dem Prinzip der Photolumineszenz von Leuchtstoffen. Dabei wird tageslichtähnliches, weißes Licht über unterschiedliche Prinzipien erzeugt. Einerseits kann ein Gemisch aus einem blauen, roten und grünen Leuchtstoff (Phosphor) mit UV-Licht angeregt werden (Energiesparlampe) oder andererseits wird das Licht einer blauen Halbleiterdiode mit dem eines gelben Phosphors (LED) kombiniert (siehe schematische Darstellung).

Leuchtstoffe können je nach Material über unterschiedliche Synthesewege hergestellt werden. Klassische, photolumineszente Oxide wie z. B. die Seltenerd-dotierten Erdalkalialumi-

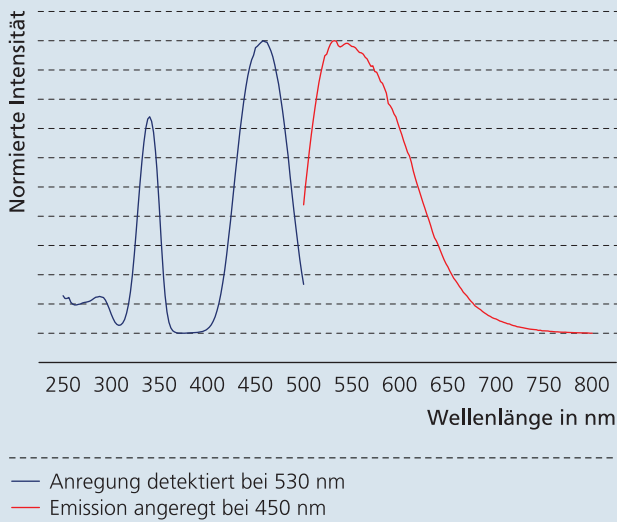
nate $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu,Dy}$ (Nachleuchten) oder $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ (blauer Leuchtstoff) werden über Sol-Gel-Synthese und Festphasenreaktion hergestellt und anschließend hinsichtlich ihrer Leuchtintensität mit kommerziellen Materialien verglichen. Nachleuchtstoffe werden zur Markierung von Fluchtwegen eingesetzt. Hingegen werden blaue, grüne, rote oder gelbe Phosphore ohne Nachleuchten in Leuchtmitteln wie Energiesparlampen oder LEDs verwendet. Fluoridische Leuchtstoffe können über Hydrothermalsynthesen in Autoklaven hergestellt werden und finden häufig Einsatz als Wirtsmaterial für die Up-Conversion. Das hexagonale NaYF_4 mit einer Co-Dotierung aus $\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ (grün) bzw. $\text{Yb}^{3+}/\text{Tm}^{3+}$ (blau) findet unter anderem in der Medizintechnik Anwendung.



Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich mit der Synthese und Charakterisierung von dotiertem Yttrium-Aluminium-Granat (YAG, $\text{Y}_2\text{Al}_5\text{O}_{12}$), das als gelber Leuchtstoff in weißen LEDs verwendet wird. Abbildung 3 zeigt die Anregung des YAG-Pulvers mit einem blauen Laser unter Emission weißen Lichts. Aus diesem YAG-Pulver lassen sich Optokeramiken herstellen, die in Abhängigkeit von den optisch aktiven Dotierionen als Laser- oder LED-Material einsetzbar sind. Die rechte Abbildung zeigt die Anregungs- und Emissionskurve von einer semitransparenten YAG-Keramik. Die diffuse Verbreitung von weißem Licht dieser Optokeramik unter Anregung mit einem blauen Laser ist in Abbildung 4 gezeigt.



Anregungs- und Emissionskurve von semitransparenter YAG-Keramik



- Messung von Schichtdicke und Brechungsindex an (semi)transparenten Schichten und Bulkmaterialien
- Messung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten und Oberflächenenergie von Festkörpern

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Synthese von fluoridischen, oxidischen, nitridischen oder oxidnitridischen Leuchtstoffen
- Herstellung (semi)transparenter Optokeramiken
- Charakterisierung von Fluoreszenzeigenschaften (Messung der Photolumineszenz im Anregungsbereich von 250 bis 850 nm und Emissionsbereich von 250 bis 1700 nm Wellenlänge, Bestimmung der Abklingzeiten im μ s-Bereich)
- Sol-Gel-Verfahren und Synthese metallorganischer Precursor zur Darstellung von Nanopartikeln
- Hydrothermal- und Solvothermalsynthesen in teflonausgekleideten Autoklaven
- Entwicklung von Hartmasken und Schutzschichten
- Abscheidung von funktionalen Schichten über PECVD im Pilotmaßstab
- Beschichtung über Spin und Dip-Coating-Verfahren auch unter Schutzgas-Atmosphäre
- Pyrolyse in Inertgasen und Reaktivgasen

- 1 Keramische Grünkörper mit Leuchtstoff bei Tageslicht.
- 2 Keramische Grünkörper mit Leuchtstoff unter UV-Bestrahlung.
- 3 Weiß leuchtendes YAG-Pulver unter Anregung von blauem Licht.
- 4 Weiß leuchtende, semitransparente YAG-Keramik unter blauer Beleuchtung.
- 5 FESEM-Aufnahme eines dotierten, gelb emittierenden YAG-Pulvers.

FORSCHUNGSFELD

VERFAHREN UND BAUTEILE

Abteilungsleiter:
Dr. Hagen Klemm

Profil

Das Forschungsfeld »Verfahren und Bauteile« umfasst Herstellungsverfahren für keramische Komponenten und Baugruppen. Im Labor- und Technikumsmaßstab werden prototypische Lösungen erarbeitet, Kleinserien gefertigt und bei Bedarf in eine Pilottechnologie übertragen. Die Wertschöpfung reicht dabei von der Aufbereitung kommerziell verfügbarer Pulver und Rohstoffe über die Formgebung, Sinterung und Bearbeitung im grünen sowie gesinterten Zustand bis hin zu Verbindungs- und Integrationstechniken.

Die technischen Ausrüstungen erlauben ein Upscaling aller technologischen Einzelprozesse bis hin zur Übertragung in den industriellen Maßstab beim Kunden.

Das Design von keramischen und metallischen Werkstoffen sowie Verbundmaterialien und deren Vorprodukten steht im Mittelpunkt unserer Pulvertechnologie. Silikat- und Polymerkeramiken bilden weitere Werkstoffschwerpunkte. Die Komponentenentwicklung bedient sich der vielfältigen Möglichkeiten der plastischen, thermoplastischen und Gießformgebung sowie verschiedenster Presstechnologien. Bauteiloberflächen werden mit Plasmaspritzverfahren veredelt.

Die technologischen Ketten werden durch eine leistungsfähige und innovative Grün- und Finishbearbeitung komplettiert. Unser hoher Qualitätsanspruch wird durch ein erstklassiges QM-System und zahlreiche Zertifizierungen und Fachauditorien unterstrichen.

In der Summe bietet das Forschungsfeld hervorragende Möglichkeiten, neue Ideen für Komponenten, Systemlösungen sowie weiterentwickelte Werkstoffe schnell, zuverlässig und kostengünstig in Prototypen und Kleinserien umzusetzen. Das flexible Angebot und die schnelle Reaktionsfähigkeit helfen unseren Kunden, Markteinführungsintervalle neuer Produkte zu reduzieren.

Leistungsangebot

- Verfahrens-, Bauteil- und Systementwicklung im Technikumsmaßstab
- Auftragsforschung und Verbundprojekte
- Fertigungsprozessbezogene Dienstleistungen
- Technologietransfer
- Wissenschaftlicher Gerätebau
- Machbarkeitsstudien
- Beratung und Schulungsprogramme

Gemeinsam mit den weiteren Forschungsfeldern des Fraunhofer IKTS und deren Expertise in Modellierung, Werkstoffentwicklung und -charakterisierung bieten wir unseren Partnern eine kompetente Beratung und exzellente FuE-Leistungen. Bei Erfordernis binden wir die Kompetenzen weiterer Partner aus der Fraunhofer-Allianz AdvanCer ein.

www.advancer.fraunhofer.de



Abteilungsleiter

Dr. Hagen Klemm
Telefon +49 351 2553-7553
hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de



Pulvertechnologie

Dr. Manfred Fries
Telefon +49 351 2553-7810
manfred.fries@ikts.fraunhofer.de



Finishbearbeitung

Mst. Matthias Nake
Telefon +49 351 2553-7586
matthias.nake@ikts.fraunhofer.de



Formgebung

Dr. Tassilo Moritz
Telefon +49 351 2553-7747
tassilo.moritz@ikts.fraunhofer.de



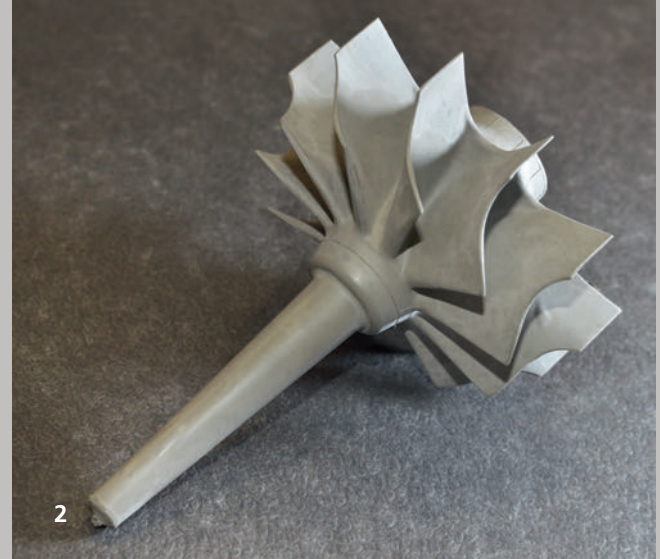
Verfahrenstechnik und Silikatkeramik

Dipl.-Chem. Gundula Fischer
Telefon +49 36601 9301-1850
gundula.fischer@ikts.fraunhofer.de



Bauteilentwicklung

Dipl.-Ing. Jens Stockmann
Telefon +49 351 2553-7561
jens.stockmann@ikts.fraunhofer.de



FASERVERBUNDWERKSTOFFE DURCH SPRITZGIESSEN VON SiCN-PRECURSOREN

Dipl.-Ing. Axel Müller-Köhn, Dr. Tassilo Moritz, Dr. Hagen Klemm

Keramische Faserverbundwerkstoffe oder Ceramic Matrix Composites (CMC) sind eine Leichtbauwerkstoffklasse, die sich durch ein hohes Eigenschaftsniveau in z. B. Temperaturstabilität, Schadenstoleranz und niedrige Dichten auszeichnet. Trotz dieser sehr guten Materialeigenschaften finden CMC-Werkstoffe in vielen großtechnischen Anwendungen nur wenig Berücksichtigung, da sie nur durch sehr zeit- und kostenintensive Herstellungsverfahren dargestellt werden können.

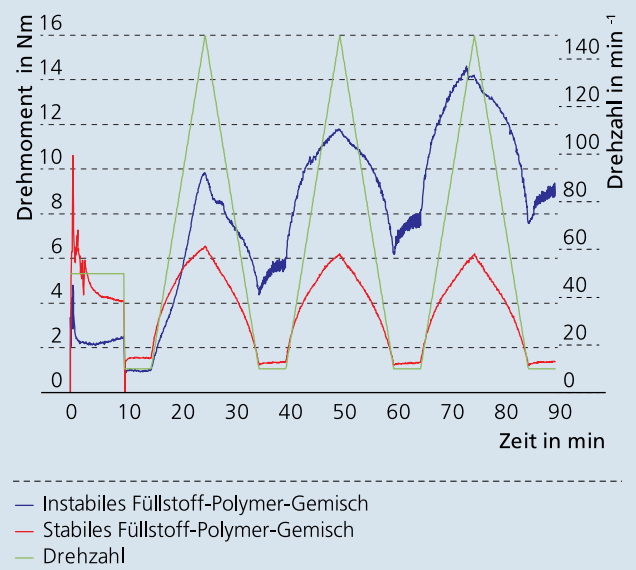
Im Rahmen eines internen Projekts der Fraunhofer-Gesellschaft (MAVO) werden gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten (ISC, IWM, IPK) neue kostengünstige Herstellungsverfahren für CMC entwickelt, mit denen neue Märkte erschlossen werden können.

Eine Möglichkeit für Prozesskostensenkungen stellt eine Formgebung von Kurzfaserverbundwerkstoffen durch Spritzgießen dar, da hier die Herstellung von Bauteilen mit komplexer Geometrie und hoher Stückzahl sowie gleichzeitig hoher Produktqualität möglich wird. Darüber hinaus soll durch den Einsatz von Polysilazanen im Spritzguss-Feedstock der Matrixaufbau der CMC bereits während der Formgebung erfolgen. Auf diese Weise ist es möglich, sich mehrmals wiederholende Prozessschritte zum Matrixaufbau der CMC (z. B. Polymerinfiltration und Pyrolyse) zu minimieren.

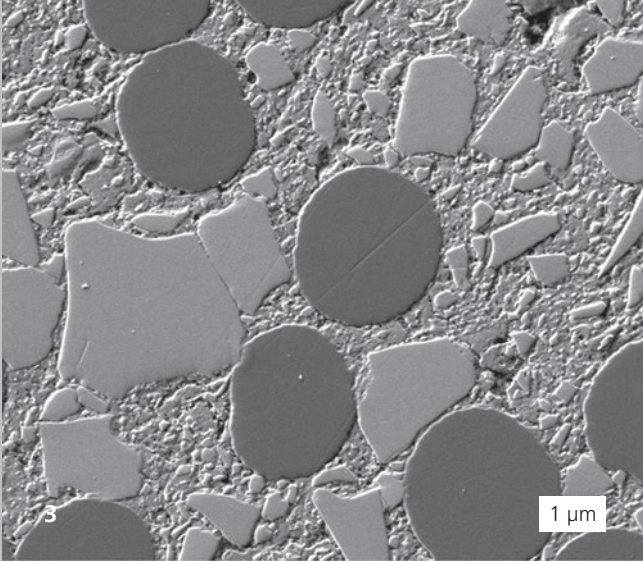
Eine besondere Herausforderung in diesem Projekt war die Aufbereitung der Ausgangsmaterialien zu einem stabilen und spritzgussfähigen Feedstock. Organische Precursoren auf der Basis von Polycarbosilanen oder Polysilazanen sind sehr reaktiv mit Luft oder Feuchtigkeit. Weiterhin können bei der Verarbei-

tung bei Temperaturen im Bereich von 120 bis 180 °C Polymerisationsprozesse auftreten, die eine reproduzierbare Herstellung von stabilen Spritzguss-Füllstoff-Polymer-Gemischen und deren anschließender Verarbeitung erschweren. Durch die Zugabe von funktionellen Polymeren als Plastifizierungs- und Gleitmittel war es möglich, die Reaktivität der Siliciumprecursoren soweit herabzusetzen, dass während der Aufbereitung an Luft keine signifikanten Veränderungen im Feedstock auf-

Entwicklung des Drehmoments zweier Spritzguss-Füllstoff-Polymer-Gemische während der Aufbereitung



traten. Darüber hinaus muss beim Feedstock-Processing beachtet werden, dass es durch das Plastifizieren und Homogenisieren der plastischen Masse während der Aufbereitung zur Zerkleinerung der Kurzfasern kommen kann. Hier



bieten jedoch optimierte Aufbereitungsprozesse in Doppelschneckenextrudern ein hohes Potenzial, um Faserlängen von ca. 1 mm im Komposit zu erzielen. Es wurden Kurzfaserkomposite mit Kohlenstoff- und Siliciumcarbidfasern hergestellt. Die siliciumorganischen Polymere waren vom Fraunhofer ISC im Projekt entwickelte SiC-Precursoren sowie ein kommerzieller SiCN-Precursor der Clariant International AG. Als Füllstoffe kamen keramische Pulver (SiC, Si₃N₄) unterschiedlicher Korngrößenverteilung oder Silicium zum Einsatz.

Nach ihrer Herstellung wurden die unterschiedlichen Spritzgussmassen hinsichtlich ihrer rheologischen Eigenschaften in einem Hochdruckkapillarviskosimeter (Malvern Instruments GmbH) umfassend charakterisiert. Zudem konnten mittels einer Simulation zur Formfüllung der Spritzgusskavität wichtige Hinweise für einen optimalen Spritzgussprozess für Füllstoff-Polymer-Gemische mit keramischen Kurzfasern gewonnen werden. Der Spritzguss erfolgte in unterschiedlichen Geometrien für die Herstellung von Testkörpern (Zylinder, Kammstruktur sowie Biegebruchstäbe). Das Potenzial dieser Technologie konnte anhand des im Projekt hergestellten Demonstrationsmusters (Turbolader) aufgezeigt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgten das Ausheizen der thermoplastischen Additive sowie die Pyrolyse der eingesetzten Precursoren. Die hier erhaltenen Halbzeuge wurden hinsichtlich ihrer Dichte und Porosität sowie ihrer Mikrostruktur charakterisiert. Durch den Einsatz der siliciumorganischen Precursoren in thermoplastischen Bindern beim Spritzgießen

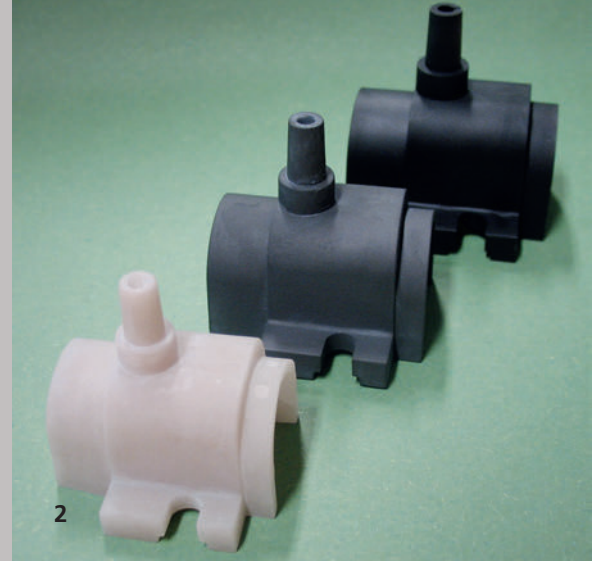
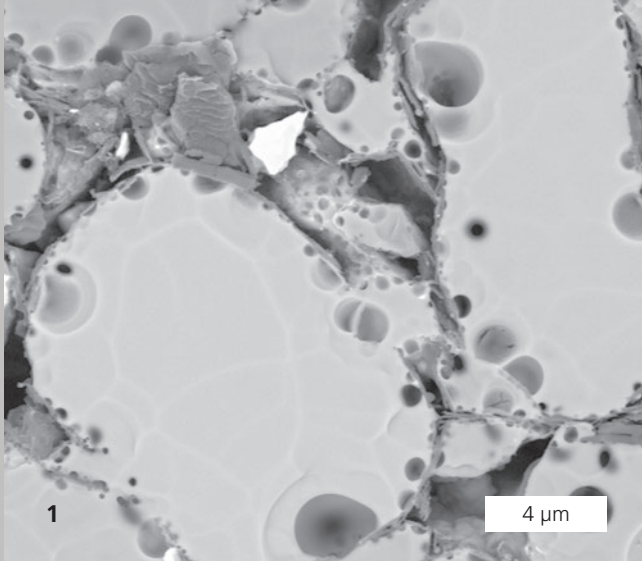
wurde bereits während der Pyrolyse die keramische Matrix zwischen den Kurzfasern aufgebaut. Auf diese Weise war es möglich, CMC-Halbzeuge mit einer deutlich höheren Gründichte im Vergleich zu gepressten oder konventionell spritzgegossenen Grünkörpern (< 60 Vol.-%) zu erhalten. Typische Beispiele für diese Werkstoffe sind in nebenstehender Tabelle aufgeführt. Entsprechend den Anforderungen, die sich aus den verschiedenen Anwendungen ergeben, können die nach der Pyrolyse erhaltenen Halbzeuge weiterverarbeitet werden. Auf diese Weise wurden Modellwerkstoffe durch Nitridierung (Si-Pulver als Füllstoff), Flüssigsilizierung oder Polymerinfiltration und Pyrolyse (PIP) hergestellt und charakterisiert. Mit einer einmaligen Nachinfiltration mit einem SiCN-Precursor war es möglich, Kompositwerkstoffe mit einer Porosität von < 20 Vol.-% zu erhalten. Für diese Werkstoffe wurde ein Festigkeitsniveau von > 70 MPa (4-Punkt-Biegeversuch) gemessen. Eine weitere Werkstoffqualifizierung erfolgt unter anderem durch einen gezielten Matrixaufbau zur Erhöhung des Festigkeitsniveaus sowie den Einsatz von beschichteten Fasern zur Verbesserung der Schadenstoleranz der Kurzfaserkompositwerkstoffe.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von kosteneffektiven Technologien für keramische Faserverbundwerkstoffe
- Werkstoffentwicklung für schadenstolerante CMC entsprechend den Anwendungsanforderungen

Zusammensetzung	Relative Dichte	
	nach Pyrolyse	nach 1x Infiltrieren
50 Vol.-% Binder 25 Vol.-% C-Fasern 25 Vol.-% SiC	75 %	82 %
50 Vol.-% Binder 17 Vol.-% C-Fasern 33 Vol.-% SiC	81 %	89 %

- 1 *Spritzgussgeometrien für Testkörper.*
- 2 *Spritzgegossener Turbolader aus einem C-Kurzfasern-SiCN-Werkstoff.*
- 3 *Gefüge eines Kurzfasern-CMC auf der Basis von C-Fasern sowie einer SiCN-Matrix.*



LEITFÄHIGE GLAS-CARBON-KOMPOSITE

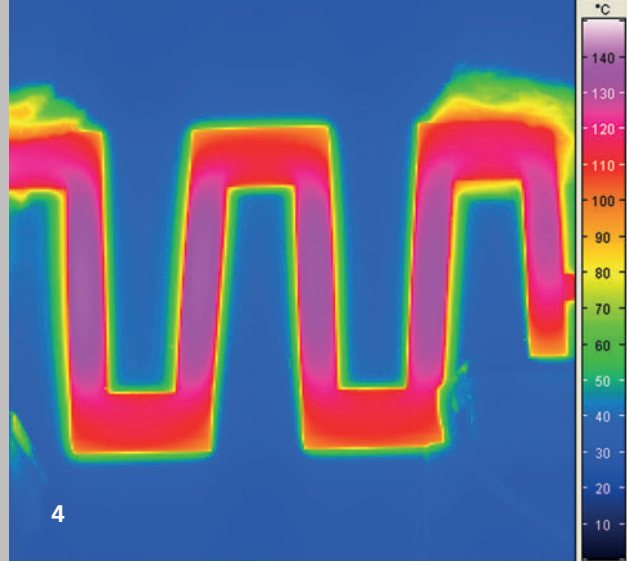
Anne Mannschatz, Dr. Tassilo Moritz, Maik Peschel, Dr. Jochen Schilm

Widerstandskörper, die als Leistungs-, Impuls- oder Heizwiderstände eingesetzt werden, haben die Aufgabe, elektrische Energie zu dissipieren. Damit soll eine Strombegrenzung, z. B. zum Abfangen von Überlastspitzen, gewährleistet oder die Abwärme gezielt für Heizanwendungen genutzt werden. Derzeit bestehen Leistungswiderstände in der Regel aus einem um einen Isolationskörper gewickelten Metalldraht. Da der spezifische Widerstand des Metalls invariant ist, können insbesondere im hohen Nennwiderstandsbereich der Materialbedarf sowie die baulichen Abmaße inklusive der passiven Kühlelemente erhebliche Größen annehmen. Eine Alternative bieten Glas-Carbon-Komposite, bei denen ein gewisser Anteil an Kohlenstoff in Form von Graphit, Ruß oder Kohlenstoffnanoröhren in der isolierenden Glasmatrix eine elektrische Leitfähigkeit erzeugt. Damit ist der spezifische elektrische Widerstand einstellbar und kann an die gewünschte Anwendung angepasst werden.

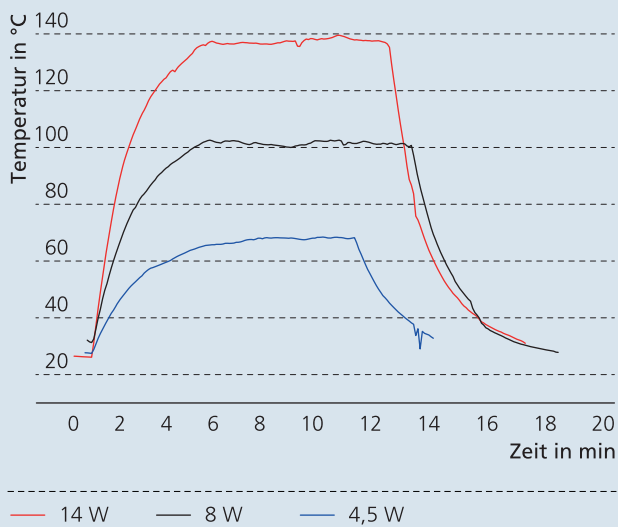
Traditionelle Verfahren zur Herstellung von Glaskörpern verlaufen über die Schmelze und formen die Körper über Ziehen, Blasen, Walzen oder Gießen. Das erfordert zum einen hohe Temperaturen und schränkt zum anderen die Formenvielfalt ein, da scharfe Kanten und Ecken vermieden werden müssen und nur durch eine mechanische Schleifbearbeitung realisiert werden können. Der Pulverspritzguss ermöglicht hingegen die endkonturnahe Fertigung komplexer Geometrien. Der gespritzte Körper erhält seine Eideigenschaften durch eine Wärmebehandlung bei Temperaturen deutlich unterhalb der Schmelztemperatur, bei der die Partikel versintern.

Für die Formgebung mittels Spritzgießens wird das Glaspulver und der Graphit als leitfähige Phase mit einem thermoplastischen Binder gemischt und zu einem Feedstock granuliert. Mit dem maßgeschneiderten Bindersystem konnte ein Feststoffgehalt von 57 Vol.-% eingestellt werden. Die erhaltene Spritzgießmasse zeichnet sich durch eine hervorragende Verarbeitbarkeit aus, so dass bei niedrigem Spritzdruck die Werkzeugkavität vollständig gefüllt und eine hohe Kantenschärfe erreicht wurde. Die anschließende Wärmebehandlung zur Entfernung des Binders ist ein kritischer Schritt, da der Binder zersetzt werden, aber der Graphit stabil bleiben soll. Daher wurden die gespritzten Körper in Stickstoffatmosphäre entbindert und es blieben ca. 96 % des Ausgangsgehalts an Kohlenstoff erhalten. Die Sinterung erfolgt unter Luft, wobei die Partikel der Glasmatrix in Kontakt kommen und versintern. Der Graphit liegt als Netzwerk dazwischen und bildet eine leitfähige Perkolationskette.

Die erreichbaren Dichten und Porositäten hängen von der Feinheit des Glaspulvers ab. Dabei steigt mit sinkender Partikelgröße die Sinterdichte. Daneben spielt der Graphitgehalt eine entscheidende Rolle, da er als Trennschicht zwischen den Glaspartikeln liegt und einen direkten Kontakt unterbindet. Bei der Verarbeitung der Glas-Graphit-Mischungen werden die ursprünglichen Graphitpartikel mit einer mittleren Größe von 6,2 µm zu Plättchen zerrieben, die sich um die Glaspartikel legen. Im Vergleich zu trocken gemischten Systemen konnte eine bessere Homogenisierung erreicht werden. Dadurch wird ein feineres Netzwerk erzeugt, das höhere Leitfähigkeiten bei niedrigeren Graphitgehalten erlaubt. Der gleiche Effekt ist bei feineren Ausgangspulvern zu beobachten. Probekörper in Mä-



Aufheizverhalten bei unterschiedlichen Leistungen



anderform wurden beidseitig kontaktiert und das Aufheizverhalten mittels Wärmebildkamera untersucht. Mit zunehmender Leistung steigt die Temperatur, wobei bei 14 W 138 °C erreicht wurden und die stationäre Temperatur sich schneller einstellt.

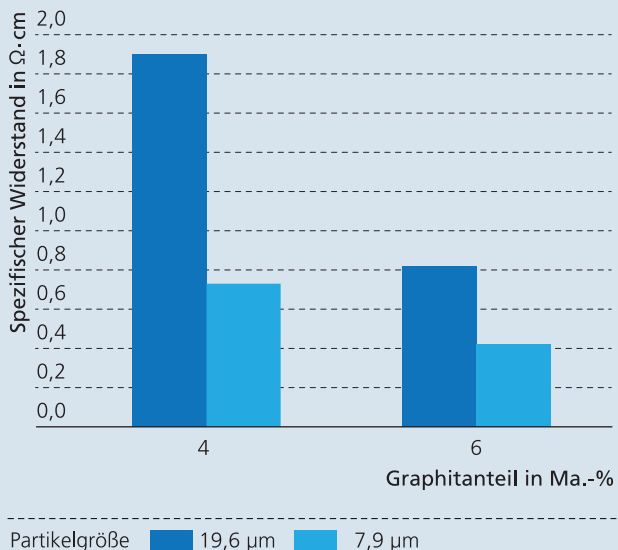
Danksagung

Das Projekt »GlasPIM« (17231 BR) wird im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung über die AIF vom BMWi gefördert.

Leistungs- und Kooperationsangebot

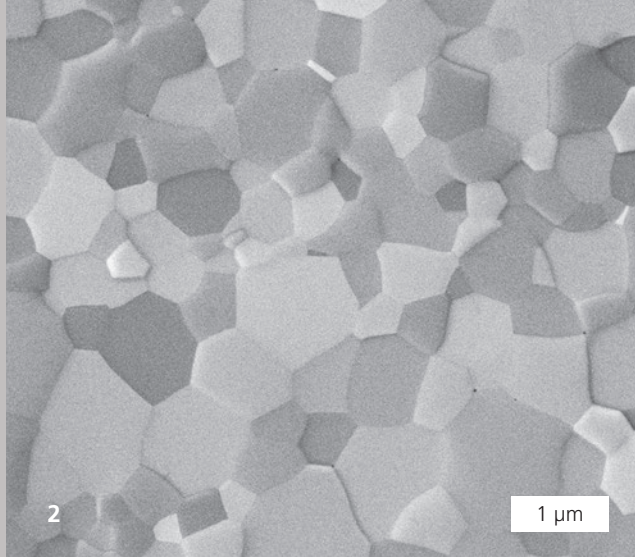
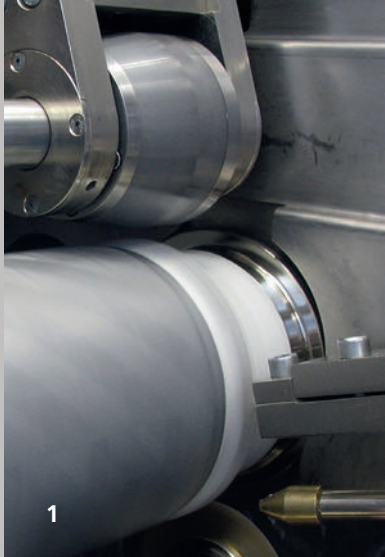
- Entwicklung von Spritzgießmassen
- Maßschneidern von Glas-Carbon-Kompositen

Spezifischer Widerstand gesinterter Glas-Carbon-Komposite bei unterschiedlichen Partikelgrößen



- 1 Gefüge des Komposits.
- 2 Graphithaltige und graphitfreie Glasbauteile.
- 3 Spritzgegossene Testgeometrie.
- 4 Wärmebildaufnahme.





PULVERSPRITZGUSS VON TRANSLUZENTER ALUMINIUMOXID-KERAMIK

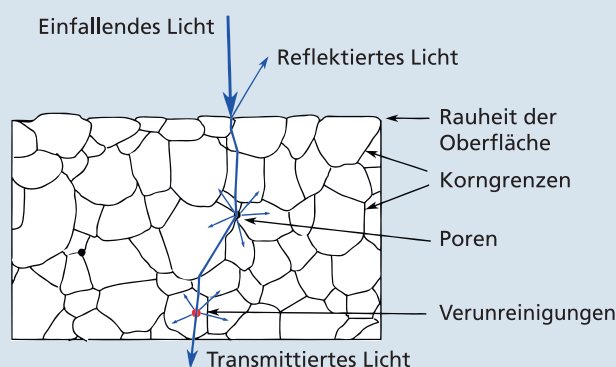
Anne Mannschatz, Dr. Tassilo Moritz, Dr. Jens Klimke, Dr. Andreas Krell

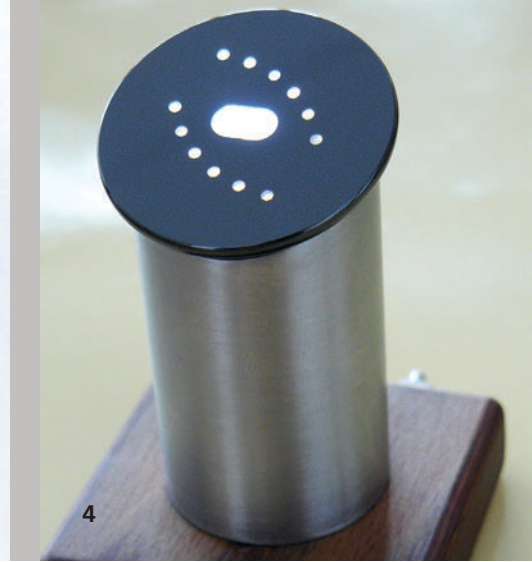
Transluzente, d. h. teiltransparente Keramikbauteile gewinnen für vielfältige Anwendungen, wie z. B. in der Uhren- und Schmuckindustrie, in der Medizintechnik oder in der Beleuchtungstechnik mehr und mehr an Bedeutung. Bisher ist die Komplexität der umsetzbaren Geometrien auf Grund der eingesetzten Formgebungsrouten eingeschränkt, bzw. mit einem hohen Grün- und Hartbearbeitungsaufwand verbunden. Das Pulverspritzgießen (Powder Injection Molding, PIM) ist eine Technologie, die die Forderung nach komplexen Bauteilen in hoher Stückzahl erfüllen kann.

Um transluzente keramische Formkörpern zu erhalten, muss die Lichtstreuung im Material minimiert werden. Ein dichtes Gefüge, in dem weder Poren noch Einschlüsse vorhanden sind, die als Streuzentren wirken, ist wesentliche Voraussetzung. Da in polykristallinem Aluminiumoxid die Lichtausbreitungsrichtung von der Orientierung der Körner abhängt, sollte die Korngröße unterhalb der Wellenlänge des Lichts liegen.

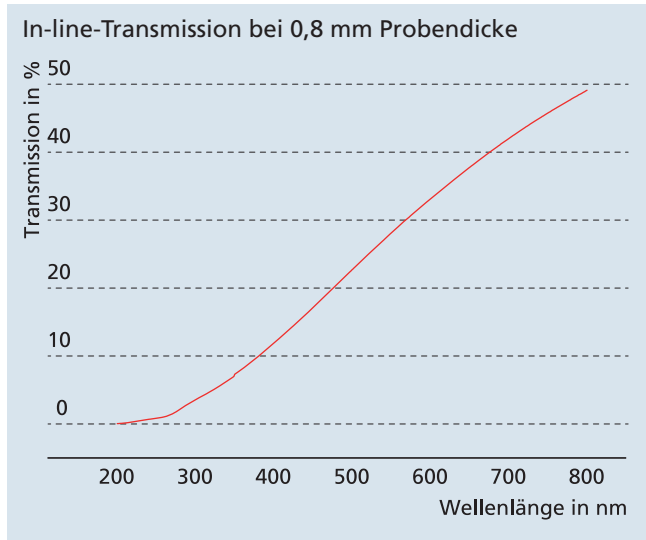
Diese Bedingungen stellen extreme Anforderungen an den Formgebungsprozess, da jegliche Defekte und der Eintrag von Verunreinigungen vermieden werden müssen. Das beginnt bei der Rohstoffauswahl. Es wurde ein hochreines Aluminiumoxid mit einer Partikelgröße von 0,15 µm verwendet, das eine hohe Sinteraktivität aufweist. Derartig feine Pulver stellen eine große Herausforderung für die Realisierung von Spritzgießmassen dar, da neben einer hervorragenden Fließfähigkeit eine hohe Feststoffbeladung erzielt werden muss. Nur auf diese Weise ist die notwendige hohe Partikelpackungsdichte im Grünteil als Ausgangszustand für den Verdichtungsprozess bei der Wärmebehandlung zu erreichen. Das für diesen Zweck neu entwickelte Bindersystem erlaubt Volumenfüllgrade von 57 Vol.-%. Ein zweiter Aspekt ist der Eintrag von Fremdmaterial während der Aufbereitung der Spritzgießmasse. Aufgrund der abrasiven Wirkung der hochgefüllten Massen und der aufgetragenen Scherkräfte, besteht die Gefahr des Abriebs, wenn die Spritzgießmasse in Kontakt mit metallischen Komponenten der Aufbereitungsmaschinen kommt. Daher wurde die Gerätetechnik umgerüstet und insbesondere in den kritischen Bereichen verschleißbeständig aufgeführt (Bild 1). Die metallische Andruckrolle wurde durch Si_3N_4 ersetzt und der Granuliertring mit Al_2O_3 beschichtet. Als Gegenläufer wurde für das Schneidmesser ein weiches Material (PSU) gewählt. Auf diese Weise ist es gelungen, hochreine Spritzgießmassen herzustellen.

Streumechanismen in polykristallinem Aluminiumoxid





Das Spritzgießen erfolgte bei moderaten Drücken, um innere Spannungen zu vermeiden. Nach dem Binderausbrand wurden die Bauteile vorgesintert und einer heißisostatischen Nachverdichtung unterzogen. Dabei wurde eine Dichte von 99,8 % erreicht. Das dichte Gefüge (Bild 2) wies nur vereinzelt Poren in den Zwickeln auf und besaß eine Korngröße im angestrebten Submikrometerbereich. Anhand von 0,8 mm dicken Probekörpern wurde bei einer Wellenlänge von 640 nm eine in-line-Transmission von 36,9 % nachgewiesen. Diese Eigenschaften erlauben den Einsatz spritzgegossener Komponenten z. B. als medizintechnische Komponenten oder kratzbeständige, durchscheinende Bedienelemente. Um die Anwendung im dekorativen Bereich darzustellen, wurde ein Demonstrator gefertigt, in dem transluzente Al_2O_3 -Intarsien in einen schwarzen ZrO_2 -Grundkörper eingesetzt wurden (Bild 4). Über eine dahinter liegende Lichtquelle erfolgt die Beleuchtung.



Eigenschaften der spritzgegossenen Al_2O_3 -Körper

Dichte (Auftriebsmethode)	Porosität (Bildanalyse)	Mittlere Korngröße (Bildanalyse)
3,972 g/cm ³	0,02 %	0,72 µm

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Spritzgießmassen
- Hochreine Aufbereitung von Spritzgießmassen

- 1 Verschleißbeständige Granuliereinrichtung am Scherwalzenextruder.
- 2 Gefüge transluzentes Al_2O_3 .
- 3 Spritzgegossener Al_2O_3 -Stab.
- 4 Demonstrator Bedienelement.

FORSCHUNGSFELD UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Abteilungsleiter:

Dr. Hannes Richter

Dr. Ralf Kriegel

Dr. Burkhardt Faßauer

Dr. Matthias Jahn

ABTEILUNG

NANOPORÖSE MEMBRANEN

Profil

Das Forschungsfeld »Umwelt- und Verfahrenstechnik« befasst sich mit Separations- und Reaktionstechnik von der Materialentwicklung bis hin zum Bau von Anlagen und Reaktoren.

Die Abteilung »Nanoporöse Membranen« entwickelt keramischer Filter mit Poren im Nanometer- und Subnanometerbereich. Nanoporöse keramische Membranen erlauben die Trennung flüssiger, dampf- und gasförmiger Stoffgemische durch Filtration unter Ausnutzung von Größen-, Form- oder Adsorptionsunterschieden.

Die Membranentwicklung erstreckt sich über den Bereich der Materialsynthese und -untersuchung, der Technologie zur Membranherstellung bis zur Musterfertigung im industriellen Maßstab und die Ausstattung von Pilotanlagen. Dabei werden verschiedenste Membranmaterialien über die Sol-Gel-Technik, hydrothermale Kristallisation, CVD oder das Foliengießen gefertigt. Membranen können so in Ein- und Mehrkanalgeometrie, als Kapillaren sowie als Flachmembran hergestellt werden. Die Nutzung von Hohlfaserbündeln und Wabenkeramiken als Trägergeometrie sind Gegenstand der aktuellen Entwicklung.

Nanoporöse Membranen des Fraunhofer IKTS können für effektive Stofftrennungen im Bereich der Umwelttechnik (Abwasserreinigung), der Lebensmitteltechnik, der chemischen, pharmazeutischen und Kraftstoffindustrie eingesetzt werden. Die Technologien und Verfahren der Membranpräparation werden darüber hinaus für die Versiegelung, Modifizierung oder Funktionalisierung von Oberflächen im Baubereich sowie

für Fahrzeugteile, Medizinprodukte, Werkzeuge, optische und elektronische Bauteile oder Haushaltsgeräte genutzt.

Leistungsangebot

- Entwicklung nanoporöser Membranen und Kompositmembranen für
 - Mikro-, Ultra- und Nanofiltration in wässrigen Lösungen
 - Nanofiltration in organischen Lösemitteln
 - Dämpfepermeation/Pervaporation
 - Gastrennung
- Entwicklung nanoporöser Membranen auf Basis von amorphen Oxiden, Zeolithen und Zeolithanaloga, Metall Organic Frameworks (MOFs), Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen sowie von Kompositmembranen für kundenspezifische Trennaufgaben
- Membranentwicklungen auf anwendungsspezifischen Geometrien, wie Ein- und Mehrkanalrohren, Kapillaren, Flachmembranen und Waben
- Fertigung von Membranmustern im industriellen Maßstab und Ausstattung von Pilotanlagen
- Entwicklung funktionaler Beschichtungen für Anwendungen in Optik, Katalyse und Speichertechnik
- Entwicklung und Herstellung von Kompositen für großflächige Beschichtungen im Baubereich

In Kooperation mit der Abteilung »Biomasseteknologie und Membranverfahrenstechnik« werden mit nanoporösen keramischen Membranen kundenspezifische Trennprozesse untersucht, Membrantrennverfahren entwickelt und Filteranlagen konstruiert und gebaut.



Abteilungsleiter
Nanoporöse Membranen

**Zeolithmembranen und
Nanokomposite**

Dr. Hannes Richter
Telefon +49 36601 9301-1866
hannes.richter@ikts.fraunhofer.de



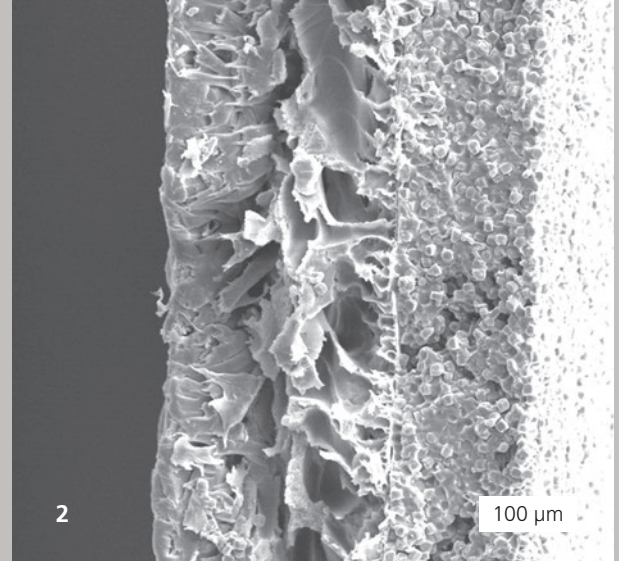
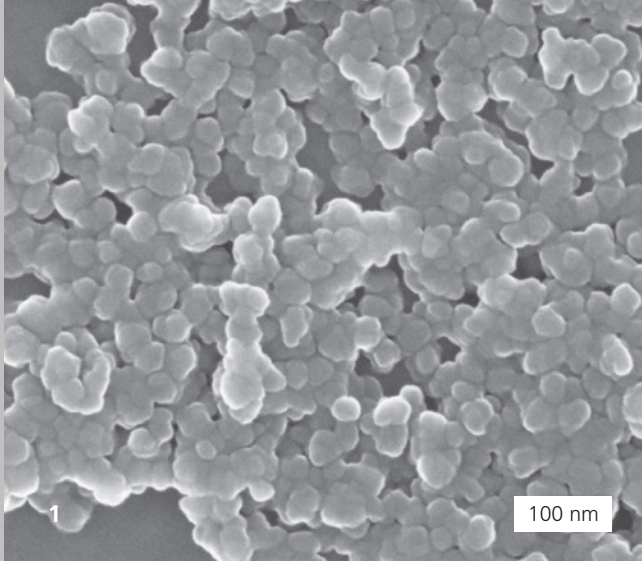
**Kohlenstoffbasierte
Membranen**

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Kämnitz
Telefon: +49 36601 9301-1916
susanne.kaemnitz@ikts.fraunhofer.de



Membranmuster

Dipl.-Ing. Jan-Thomas Kühnert
Telefon: +49 36601 9301-2619
jan-thomas.kuehnert@ikts.fraunhofer.de



KOMPOSITMEMBRANEN

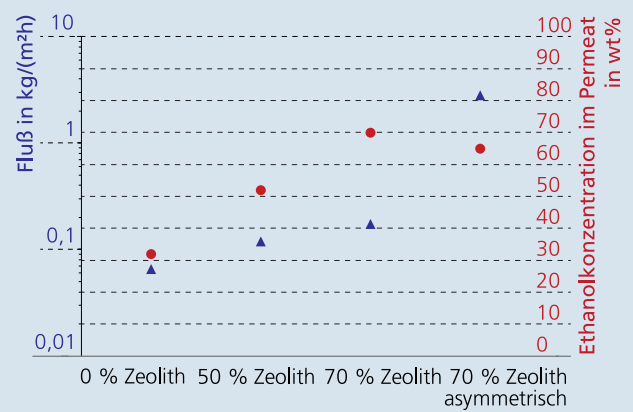
Dr. Hannes Richter, Dr. Thomas Hoyer

Die Trennung von Stoffgemischen kann mit Membranen häufig effektiver und energiesparender als mit thermischen Verfahren, wie der Destillation, erfolgen. Darüber hinaus zeichnet sich die Membrantechnologie durch eine hohe Flexibilität und einen modularen Aufbau aus, weshalb sie leicht an sich ändernde Stoffströme angepasst werden kann.

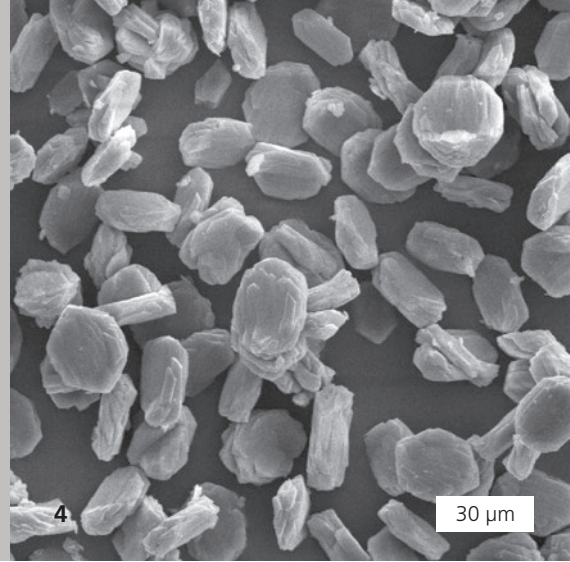
Membranen aus Polymermaterialien können preiswert in großer Stückzahl hergestellt und unkompliziert zu Filtereinheiten (Modulen) verarbeitet werden, weisen jedoch häufig nur eine mäßige Trennleistung (Selektivität, Fluss) auf. Nanoporöse, anorganische Membranen (Zeolithe, amorphe Oxide, Kohlenstoff) zeichnen sich durch ausgezeichnete Trenneigenschaften aus, haben jedoch in diversen Anwendungen für eine erfolgreiche Etablierung am Markt zu hohe Produktionskosten. Durch Einbettung anorganischer Aktivkomponenten in polymere Matrices können die positiven Eigenschaften beider Membranmaterialien in einer Kompositmembran (Mixed Matrix Membran) vereint werden.

Am Standort Hermsdorf des Fraunhofer IKTS wurden hydrophobe Zeolithe (Silikalith) in verschiedener Partikelgröße hergestellt (50 nm bis 200 nm), in unterschiedlichen Masseanteilen in Silikon (PDMS) eingebracht und durch Ausstreichen zu freitragenden Kompositmembranen verformt. Bei Trennexperimenten (Pervaporation) in Wasser/Ethanol-Gemischen konnte eine erhebliche Steigerung von Fluß und Ethanol/Wasser-Selektivität mit zunehmendem Zeolithanteil im Polymer festgestellt werden. So konnte bei nur 40 °C bis zu 70 %iges Ethanol aus einer 9 %igen Lösung gewonnen werden.

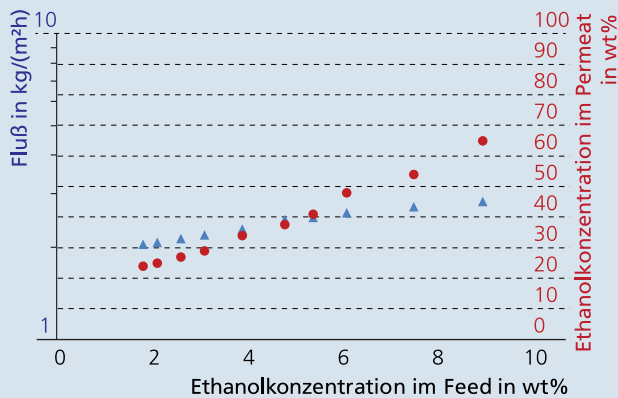
Abtrennung von Ethanol bei 40 °C aus einer Lösung aus 9 wt% Ethanol in Wasser



Für die Herstellung asymmetrisch strukturierter Kompositmembranen wurde eine Folienziehanlage konstruiert und aufgebaut. Über ein Phaseninversionsverfahren wurden mesoporöse Polyacrylnitrilmembranen (PAN, Porendurchmesser ca. 50 nm) auf einer Gewebestützstruktur gefertigt. In einem zweiten Schritt wurde auf der PAN-Schicht die trennaktive Silikalith/PDMS-Membran als ca. 100 µm dünne Schicht abgeschieden. Mit diesen Membranen wurden in Ethanol/Wasser-Trennversuchen sehr hohe Flüsse von bis zu 2,8 kg/(m²h) erreicht, wobei eine Anreicherung des Ethanols von 9 % auf 65 % realisiert werden konnte. Hoher Fluss und hohe Selektivität führten bei Fortsetzung eines Ethanol/Wasser-Trennversuchs bei 40 °C zu einer zügigen Reduktion des Ethanolgehalts in der Feedlösung auf < 2 wt%. Selbst aus sehr gering konzentrierter Lösung konnte 25 %iger Ethanol mit ca. 2 kg/(m²h) abgetrennt werden.



Ethanolabtrennung bei 40°C mit einer asymmetrischen Kompositmembran



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Membranentwicklung für spezifische Trennaufgaben
- Fertigung von Mustern in quasi endloser Länge und einer Breite von 0,3 m
- Fertigung von Modulmodulen
- Trennversuche mit kundenspezifischen Stoffgemischen
- Trennversuche in Kombination mit kundeneigenen Anlagen und Prozessen

Gegenstand weiterer Untersuchungen ist die Einbettung hydrophiler Zeolithe und Metall Organic Frameworks (MOFs). Diese metallorganischen, kristallinen Verbindungen weisen Zeolithstrukturen und damit eine feste Porenstruktur in der Größe kleiner Moleküle auf. Aufgrund der im Kristall vorhandenen organischen Linker wird eine lückenlose Anbindung an polymere Matrixmaterialien möglich, wodurch ausgezeichnete Selektivitäten erreicht werden. Die Versuche finden sowohl mit kommerziell erworbenen als auch mit selbst synthetisierten MOFs statt.

Zusammenfassend zeichnen sich Kompositmembranen durch die folgenden Eigenschaften aus:

- Hoher Fluss und hohe Selektivität bei der Trennung von Stoffgemischen
- Preiswerte Fertigung mit einer leicht skalierbaren Folienzieh-technik
- Unkomplizierte Modulkonstruktion

- 1 Synthetisierte Silikalith-Nanopartikel.
- 2 Silikalith/PDMS-Kompositmembran auf Gewebe/PAN-Unterstruktur.
- 3 Folienziehanlage für Kompositmembranen.
- 4 MOF-Kristalle (ZIF-8, IKTS).

FORSCHUNGSFELD

UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Abteilungsleiter:

Dr. Hannes Richter

Dr. Ralf Kriegel

Dr. Burkhardt Faßauer

Dr. Matthias Jahn

ABTEILUNG

HOCHTEMPERATURSEPARATION UND KATALYSE

Profil

Das Forschungsfeld »Umwelt- und Verfahrenstechnik« befasst sich mit Separations- und Reaktionstechnik von der Materialentwicklung bis hin zum Bau von Anlagen und Reaktoren.

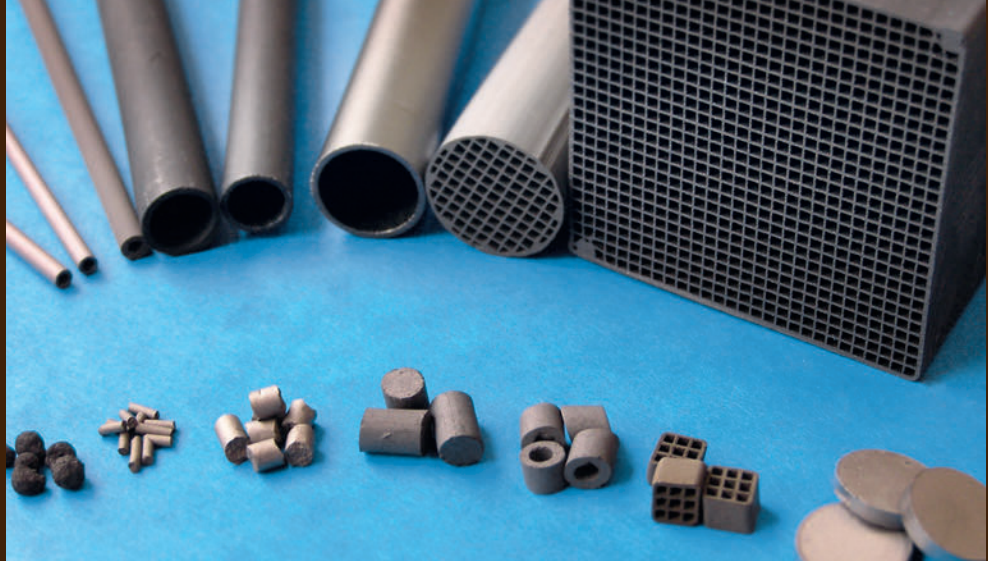
Die Abteilung »Hochtemperaturseparation und Katalyse« entwickelt Materialien, Komponenten und Verfahren für die Gastrennung bei hohen Temperaturen sowie für die heterogene Katalyse. Schwerpunkt der Gastrennung ist die Erzeugung von Sauerstoff über Membrantrenn- und -speicherverfahren unter Verwendung gemischt leitender Oxidkeramiken. Diese energieeffizienten Alternativen zur kryogenen Luftzerlegung und zur Druckwechseladsorption eröffnen vielfältige Anwendungen in der Verbrennung (Effizienzsteigerung, CCS), der Vergasung (N₂-Ausschluss) sowie für chemische Umsetzungen (Partialoxidation, oxidative Dehydrierung). Für katalytische Gasreaktionen werden bevorzugt edelmetallfreie Mischoxidkatalysatoren eingesetzt. Deren Kombination mit Gastrennprozessen in Membranreaktoren ermöglicht die Verschiebung chemischer Gleichgewichte und damit merklich erhöhte Ausbeuten.

Basis der Werkstoffentwicklung sind komplexe Mischoxide, deren anwendungsrelevante Eigenschaften in weiten Grenzen variiert werden können. Sie werden als Pulver synthetisiert, charakterisiert und über keramische Formgebungsprozesse (Extrusion, Trockenpressen) zu Komponenten mit optimierter Geometrie verarbeitet. Untersuchungen zum Transportverhalten und zur katalytischen Aktivität liefern die Datenbasis für die Simulation des Materialverhaltens und der Umsätze im Einsatz. Zur Optimierung der Eigenschaften werden spezielle Beschich-

tungsverfahren eingesetzt und weiterentwickelt. Für die Anbindung der keramischen Komponenten an konventionelle Werkstoffe kommen spezielle Fügemethoden (RAB, Diffusionsfügen) zum Einsatz.

Leistungsangebot

- Kundenspezifische Synthese von Mischoxiden komplexer Zusammensetzung
- Charakterisierung von Sauerstoffpermeation, -speicherung, -stöchiometrie
- Formgebung von Mischoxidpulvern zu keramischen Bauteilen mit komplexer Geometrie
- Qualifizierung keramischer Katalysatoren für partielle Oxidation, Totaloxidation, selektive Umsetzungen (Stickoxide, Halogen-KWSt)
- Entwicklung spezieller Beschichtungen (katalytisch, Schutz- und Trennschichten)
- Fügung oxidkeramischer Bauteile und Weiterentwicklung spezieller Fügeverfahren
- Situations- und Systemanalyse
- Auslegungsberechnung von Bauteilen und Modulen
- Muster sauerstoffpermeabler keramischer Membranen für Erprobung und Pilotierung
- Beratung zur Systemintegration der Sauerstoffseparation unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und energetischer Aspekte
- Entwicklung und Optimierung katalytischer Prozesse sowie von Gasspeicher- und Gastrennverfahren



Abteilungsleiter

Hochtemperaturseparation und
Katalyse

Hochtemperaturmembranen und -speicher

Dr. Ralf Kriegel

Telefon +49 36601 9301-4870

ralf.kriegel@ikts.fraunhofer.de



Hochtemperaturseparation

Dr. Robert Kircheisen

Telefon: +49 36601 9301-4870

robert.kircheisen@ikts.fraunhofer.de

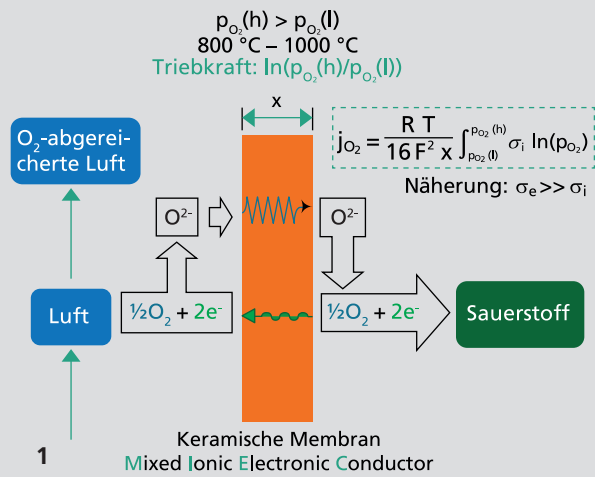


Katalyse und Materialsynthese

Dr. Jörg Richter

Telefon: +49 36601 9301-2327

joerg.richter@ikts.fraunhofer.de



DÜNNE, ASYMMETRISCHE PEROWSKIT-MEMBRANEN FÜR DIE O₂-SEPARATION

Dr. Ralf Kriegel, Ute Pippardt, Lutz Kiesel, Dr. Robert Kircheisen

Die konventionelle Herstellung von Sauerstoff mittels kryogener Luftzerlegung oder Druckwechseladsorption (PSA – Pressure Swing Adsorption) benötigt in energetisch optimierten Großanlagen mindestens 0,36 kWh_{el} pro Nm³ O₂. Der Energiebedarf dezentraler PSA-Anlagen liegt typischerweise bei mehr als 1,3 kWh_{el} pro Nm³ O₂. Bei Flüssigtank- oder Flaschenanlagen entstehen außerdem erhebliche Kosten durch Anlagenmiete und Transport. Eine energieeffiziente und wirtschaftliche Alternative dazu ist insbesondere für Kleinanlagen die Erzeugung von hochreinem Sauerstoff über keramische Membranen.

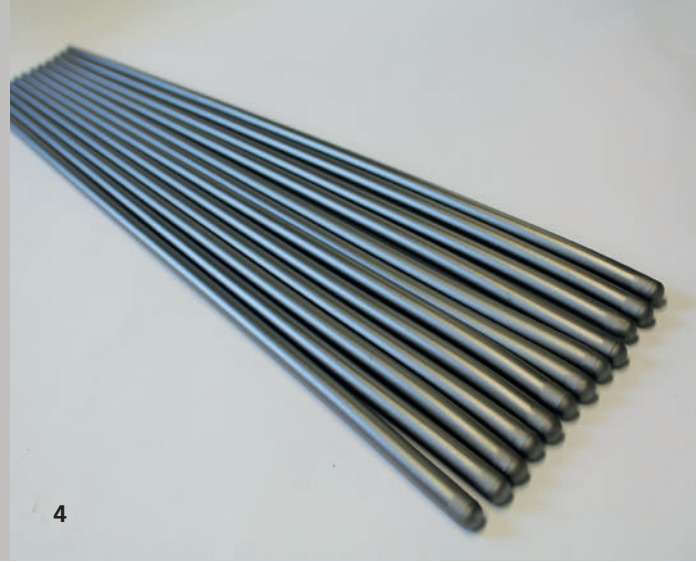
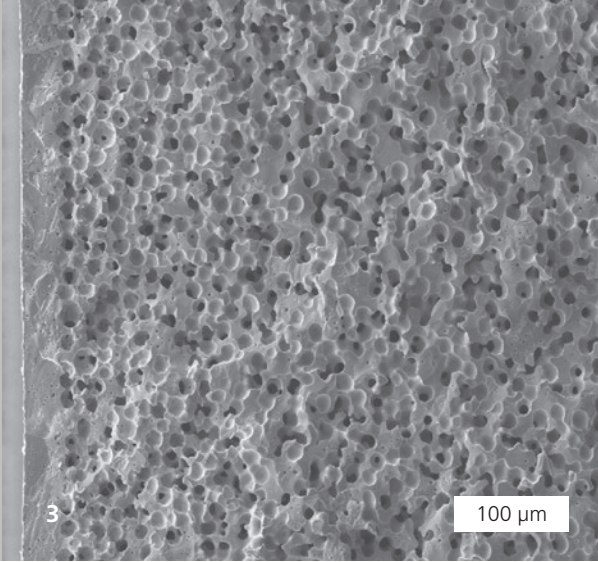
Das Funktionsprinzip des Hochtemperatur-Trennprozesses ist in Bild 1 dargestellt. Es beruht auf der kombinierten ionischen und elektronischen Leitfähigkeit von Mischoxiden mit komplexer chemischer Zusammensetzung, deren Eigenschaften durch chemische Substitution in weiten Grenzen variiert werden können. Bild 2 zeigt entsprechende keramische Komponenten für die Gastrennung, die durch Extrusion hergestellt wurden.

Der Nachweis der technischen Machbarkeit des Membrantrennverfahrens wurde bereits durch den Aufbau eines Demonstrators im Jahr 2009 erbracht. Dabei wurden monolithische Sauerstoffmembranen auf Basis des Materials BSCF (Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-δ}) eingesetzt, deren Wandstärke ca. 1 mm betrug. Mit 19 Membranrohren erzeugte das Gerät im Vakuumbetrieb ca. 170 NL O₂ pro Stunde. Im Vergleich zu konventionellen PSA-Anlagen ist bereits mit monolithischen Membranen ein wirtschaftlicher Betrieb dezentraler Sauerstoffgeneratoren möglich. Eine deutliche Steigerung der Sauerstoff-

Permeation (flächennormierter Sauerstoff-Fluss) würde zu noch deutlicheren ökonomischen Vorteilen führen, da die Anlagengröße und die Investitionskosten sinken.

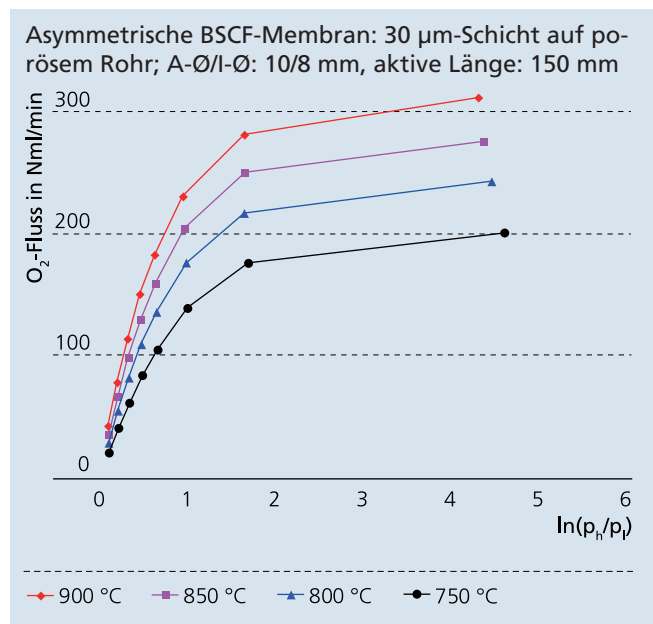
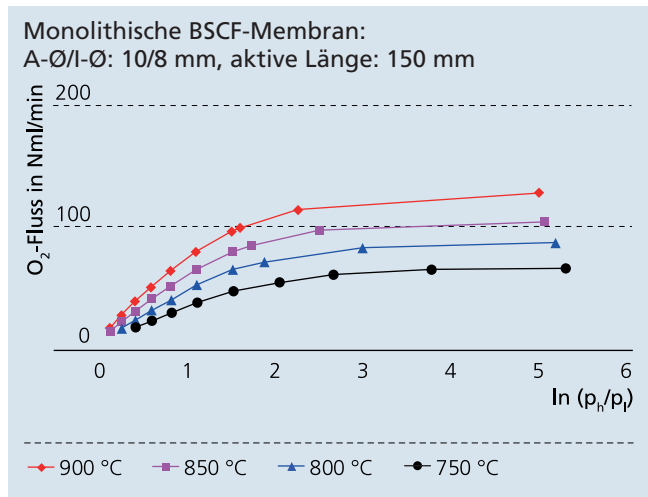
Eine Steigerung der Sauerstoff-Permeation kann bei gegebenen Betriebsbedingungen (z. B. O₂-Erzeugung im Vakuumbetrieb) und identischem Membranmaterial (BSCF) vor allem durch Minimierung der Membrandicke erreicht werden. Um dabei trotzdem eine ausreichende mechanische Belastbarkeit zu gewährleisten, wird ein poröser keramischer Träger mit einer dünnen Trennschicht zu einer sogenannten asymmetrischen Membran kombiniert. Für asymmetrische Sauerstoffmembranen wurde bereits über Sauerstoff-Permeationen von 70 Nml/(cm²·min) berichtet. Diese Werte wurden allerdings nur an sehr kleinen Membranflächen (< 2 cm²) erreicht. Die Herstellung von technisch nutzbaren asymmetrischen Membrankomponenten scheiterte bisher entweder an der aufwändigen Herstellung oder an der unzureichenden Gasdichtigkeit der dünnen Trennschicht, die zum Verlust der Trennselektivität führt.

Am Fraunhofer IKTS wurden zunächst asymmetrische BSCF-Membranen über die Mehrfachbeschichtung poröser BSCF-Trägerrohre erzeugt. Letztere wurden aus Versätzen grober und feiner Pulverchargen hergestellt, wobei eine maximale offene Porosität von ca. 32 Vol.-% erreicht wurde. Ausreichend dichte Schichten erforderten 4 bis 5 Beschichtungsvorgänge (jeweils Dip-coating und Sinterung), was zu inakzeptablen Herstellungskosten führte.



Aufgrund der aufwändigen Herstellungstechnik wurde ein Cofiring-Verfahren entwickelt, das eine Herstellung asymmetrischer BSCF-Membranen in einem Schritt ermöglicht. Dazu wurden dem Extrusionsversatz organische Porenbildner zugesetzt, die ungesinterten Extrudate mit einer Suspension direkt beschichtet und anschließend zu gasdichten Membranen gebrannt. Entscheidend für den Erfolg dieses Cofiring-Verfahrens war die Anpassung der Schwindungskurven des Extrusionsversatzes und des Beschichtungschlickers, die durch eine optimierte Pulveraufbereitung erreicht wurde. Bild 3 zeigt den Querbruch einer solchen asymmetrischen BSCF-Membran,

Bild 4 entsprechende Membranrohre mit einer Länge von ca. 420 mm. Der Sauerstoff-Fluss einer monolithischen BSCF-Membran ist in den dargestellten Diagrammen denen einer asymmetrischen BSCF-Membran gegenübergestellt. Offen-sichtlich wird bei vergleichbarer Triebkraft eine Steigerung um den Faktor 4 erreicht. Dies lässt eine deutliche Verringerung der Investitionskosten für die Sauerstofferzeugung mit dem Membranverfahren erwarten.



- 1 Funktionsprinzip eines Hochtemperatur-Trennprozesses.
- 2 Membrankomponenten.
- 3 REM-Bruchbild einer asymmetrischen BSCF-Membran.
- 4 Asymmetrische BSCF-Rohr-membranen.

FORSCHUNGSFELD

UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Abteilungsleiter:

Dr. Hannes Richter

Dr. Ralf Kriegel

Dr. Burkhardt Faßbauer

Dr. Matthias Jahn

ABTEILUNG

BIOMASSETECHNOLOGIEN UND MEMBRANVERFAHRENSTECHNIK

Profil

Das Forschungsfeld »Umwelt- und Verfahrenstechnik« befasst sich mit Separations- und Reaktionstechnik von der Materialentwicklung bis hin zum Bau von Anlagen und Reaktoren.

Prozesse und Verfahren zur energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse sowie die Entwicklung und Implementierung effizienter membrangestützter Trennprozesse in flüssigen und gasförmigen Medien bilden die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung »Biomassetechnologien und Membranverfahrenstechnik«. Sie befasst sich mit der Konzeption, technischen Entwicklung, Erprobung, praktischen Implementierung und Optimierung innovativer Prozesse und Aggregate für die Biomassekonversion, für die Behandlung und Aufbereitung von kommunalen und industriellen Ab- bzw. Produktionswässern und mit der fluiddynamisch optimierten Mischung biogener und anorganischer Substrate. Die Entwicklung, Testung und Pilotierung von Membranprozessen für Trennaufgaben in flüssigen und gas-/dampfförmigen Medien stellt eine weitere wichtige Säule dar. Die Abteilung verfolgt eine integrative Strategie, indem sie effizienzsteigernde technologische Verbindungen von Membranprozessen mit den anderen Arbeitsfeldern herstellt und in Form von Verfahren und technischen Systemen umsetzt (z. B. zur Gewinnung von Biogas und Bioalkoholen oder zur Wasserbehandlung). Mit dem Applikationszentrum Membrantechnik in Schmalkalden und dem Applikationszentrum Bioenergie in Pöhl verfügt die Abteilung zusätzlich zu den Laboren in Dresden und Hermsdorf über ausgezeichnete Infrastrukturen zur Durchführung praxisnaher Untersuchungen im technischen Maßstab.

Leistungsangebot

- Situations- und Systemanalyse beim Kunden und im Labor
- Substrataufbereitung/Desintegration
- Entwicklung und Optimierung von Prozessen zur Erzeugung fester, flüssiger und gasförmiger Energieträger, z. B. aus lignozellulosehaltigen Reststoffen
- Ermittlung des Gaspotenzials biogener Substrate
- Optimierung der Reaktionskinetik für anaerobe Abbauprozesse, z. B. durch selektive Stoffabtrennung aus flüssigen und gasförmigen Stoffströmen
- Fluiddynamisch optimierte Mischung von biogenen und anorganischen Suspensionen durch Reaktor-Rührsystemoptimierung und Prozesstomographie
- Messtechnisch gestützte Systemanalysen für Abwasser- und Schlammbehandlung
- Abwasserbehandlungskonzepte unter Nutzung von keramischer Membrantechnologien, AOP-Prozessen und Ultraschallanwendungen
- Integrierte Reaktorsysteme für Industrieabwasserbehandlung sowie für die dezentrale Wasserver- und -entsorgung
- Analyse von Stofftransportprozessen in Membranen
- Ultraschallanwendung zur Entgasung und Desintegration
- Charakterisierung von Membranen
- Erprobung, Applikation und Pilotierung von Membranverfahren, Kombination von Membranverfahren mit weiteren Technologien
- Entwicklung und Prototypenbau von Membrananlagen und Anlagen zur Membrantestung
- Engineering von Biogasanlagen unter Verwendung neuer, innovativer Verfahrensschritte



Abteilungsleiter
Biomassetechnologien und
Membranverfahrenstechnik

**Biomassekonversion und
Wassertechnologie**

Dr. Burkhardt Faßauer
Telefon +49 351 2553-7667
burkhardt.fassauer@ikts.fraunhofer.de



**Mischprozesse und Reaktor-
optimierung**

Dr. Karin Jobst
Telefon +49 351 2553-7827
karin.jobst@ikts.fraunhofer.de



**Membranverfahrenstechnik und
Modellierung**

Dr. Marcus Weyd
Telefon +49 36601 9301-3937
marcus.weyd@ikts.fraunhofer.de



BIOGASGEWINNUNG AUS LIGNOZELLULOSEHALTIGEN RESTSTOFFEN

Dr. Eberhard Friedrich, Dipl.-Ing. André Wufka

Ausgangssituation

Biogas ist fester Bestandteil beim Energiemix im Rahmen der Energiewende. Es ist vielseitig einsetzbar und leistet einen wichtigen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Aktuell ist in Deutschland nach wie vor Mais die Hauptpflanze für die Energiegewinnung in Biogasanlagen. Der daraus resultierende umfangreiche Energiepflanzenanbau ist allerdings zunehmend in die Kritik geraten. Zukünftig wird der Maisanbau für die Biogasproduktion stagnieren bzw. eine regional unterschiedliche rückläufige Entwicklung erfahren. Dafür kommen alternative Energiepflanzen, insbesondere landwirtschaftliche Reststoffe wie Getreidestroh stärker, zum Einsatz. Auf gut 50 Prozent der deutschen Ackerflächen wird Körnergetreide angebaut. Unter Beachtung einer ausgeglichenen Humusbilanz können jährlich etwa 8 bis 13 Millionen Tonnen Stroh extern energetisch genutzt werden. Lignozellulosehaltige Materialien wie Stroh bestehen zum überwiegenden Teil aus polymeren C6- und C5-Zuckern (Zellulose, Hemizellulose) sowie dem Biopolymer Lignin. Aufgrund der stofflichen Zusammensetzung und des besonders hohen Polymerisations- bzw. Vernetzungsgrads wird Stroh biologisch nur sehr langsam in Biogas konvertiert. Eine wirtschaftliche energetische Nutzung war somit bislang kaum möglich.

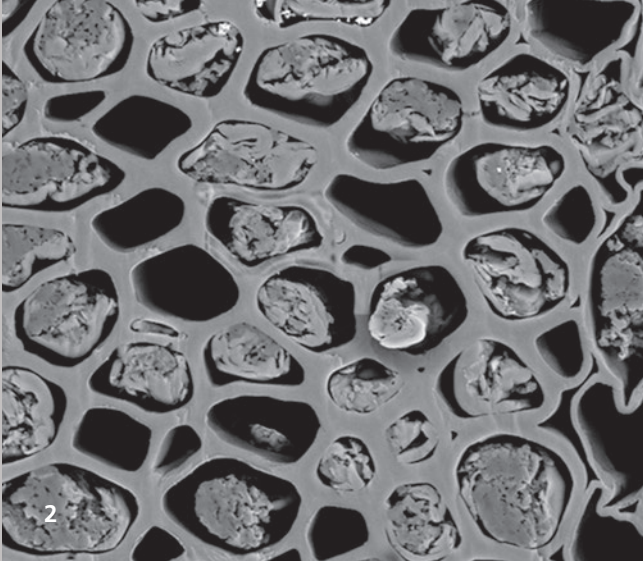
Lösungsansatz

Den Herausforderungen der Strohvergärung wird mit einer innovativen Verfahrenskombination bestehend aus mechanischer Desintegration und enzymatischer Katalyse begegnet.

Nach bzw. während der Vorzerkleinerung mittels Bioextrusion® sorgt ein gezielter Einsatz von technischen Enzymsystemen für die Spaltung von Zellulose und Hemizellulose in Monosaccharide. Kommerziell erhältliche Enzyme und Enzymgemische, welche in erster Linie β -Glucanasen (Endo- und Exo-Zellulasen) und Hemizellulasen (Xylanasen) enthalten, sind in der Lage den Abbau von Zellulose und Hemizellulose zu beschleunigen. Die genannten Enzyme werden vorwiegend von holzabbauenden Pilzen vom Typ *Trichoderma reesei* synthetisiert. Für eine effektive Ausnutzung der katalytischen Leistungsfähigkeit von Enzympräparaten ist neben der optimalen Einstellung der Reaktionsbedingungen eine möglichst große Kontakthäufigkeit zwischen Enzym und Substrat zu gewährleisten. Dazu soll eine separate Hydrolysestufe im Vorfeld der Methanbildung entwickelt werden. Die Erprobung und Nachweisführung der entworfenen Verfahrenskette zur Strohvergärung wird mit der Biogas-Pilotanlage (10 m³ Reaktionsvolumen, Technikumsfläche ca. 600 m²) im neu eröffneten Applikationszentrum Bioenergie (AZB) in Pöhl durchgeführt (Bild 3).

Ergebnisse

Enzympräparate wurden auf Zellulaseaktivität (Endozellulase), Hemizellulase- und Laccaseaktivität getestet. Es wurden die Enzymwirkungen systematisch auf Standardsubstrate (z. B. CMC) und reale Substrate (extrudiertes Stroh) untersucht. Im Ergebnis sind erhebliche Unterschiede zwischen den Präparaten bezüglich der erzielbaren Zuckerausbeute und Umsatzgeschwindigkeit festzustellen. Signifikante Freisetzungsraten werden bei Temperaturen um 55 °C und pH-Werten von 4 bis



5 erreicht. Die ermittelten Reaktionsbedingungen sind zugleich für die Hydrolyse, Bildung organischer Säuren und Sättigung der Feststoffe mit Prozessflüssigkeit als optimal zu bewerten. Die Untersuchungen zum erzielbaren Biogasertrag haben gezeigt, dass die alleinige mechanische Desintegration (Bioextrusion®) des Stroh zu einer sehr deutlichen Beschleunigung und signifikanten Steigerung des Gasertrags führt. Quasikontinuierliche Faul- und Hydrolyseversuche sowie Gasertragstests nach VDI 4630 zur zusätzlichen Enzymdosierung belegen eine weitere Beschleunigung jedoch keine belastbare weitere Steigerung der Methanausbeute.

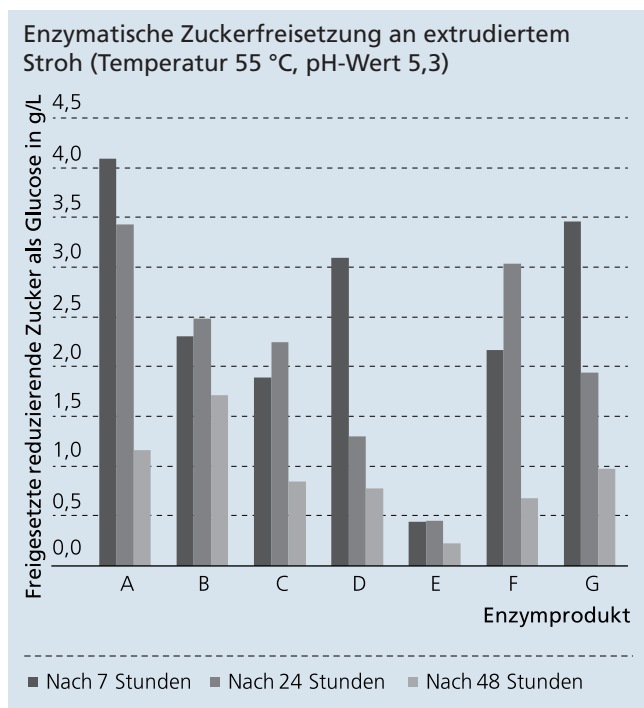
rungsbedarf bezüglich der Auswahl und Einstellung einer optimalen Verfahrenskombination. Niedrige und stabile Gesteuerungskosten sowie erhöhte Vergütungssätze seitens des EEG fördern die Wirtschaftlichkeit der Strohvergärung. Die fehlende Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion trägt maßgeblich zur Entspannung von ökologischen und sozialen Widersprüchen bei der energetischen Biomassenutzung bei. Ein erfolgreiches Demonstrationsprojekt birgt ein großes Potenzial an Folgeprojekten mit entsprechendem volkswirtschaftlichen Wertschöpfungspotenzial.

Zusammenfassung und Ausblick

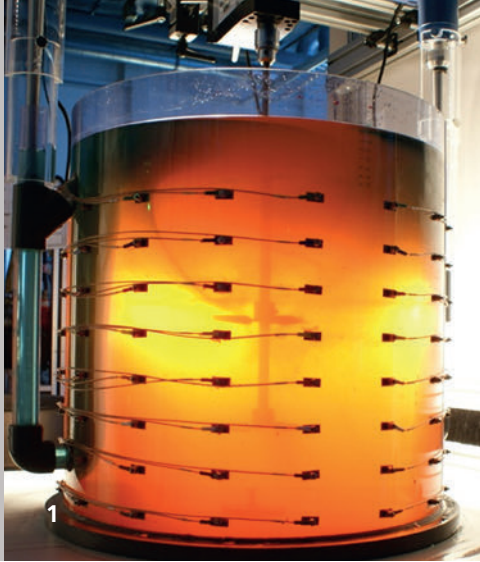
Prinzipiell ist die verfahrenstechnische und wirtschaftliche Machbarkeit der Strohvergärung nachgewiesen. Jedoch besteht bei einer ersten großtechnischen Umsetzung Optimie-

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Technologie- und Anlagenentwicklung in den Bereichen Bioenergie und Umwelttechnik (Erprobung und Nachweisführung im Applikationszentrum Bioenergie (AZB))
- Durchführung von kontinuierlichen Gärversuchen mit kundenspezifischen Substraten und Applikationen im Technikumsmaßstab (m³-Bereich)
- Verfahrensfestlegungen und Bemessungen zur effizienten Vergärung von biogenen Reststoffen



- 1 Strohernte (Rundballen).
- 2 REM-Aufnahme von unbehandeltem Stroh.
- 3 Biogas-Pilotanlage im Applikationszentrum Bioenergie (AZB) in Pöhl.



PRAXISNAHE BEWERTUNG UND OPTIMIERUNG VON MISCHPROZESSEN

Dipl.-Ing. Anne Deutschmann, Dr. Eberhard Friedrich, Dr. Karin Jobst, Dipl.-Wirt.-Ing. Annett Lomtscher

Problemstellung

Besonders in opaken Fluiden ist es schwer, eine Aussage über den Mischprozess im Reaktor zu treffen. Durch den Einsatz von Sonden oder Tracern wird dies nur lokal begrenzt bzw. bei Tracern unter Beeinflussung des Mischprozesses möglich. Auch mittels numerischer Strömungssimulation können für hochviskose nicht-Newtonsche Fluide derzeit nur begrenzt Aussagen zum Mischzustand im Reaktor getroffen werden.

Lösungsansatz

Die am Fraunhofer IKTS etablierte Prozess-Tomographie ermöglicht die ganzheitliche und non-invasive Bewertung und Quantifizierung von Mischprozessen. Durch Skalierung gegebener Randbedingungen in den Labor- oder Pilotmaßstab kann der Mischprozess praxisnah bewertet und optimiert werden. Die maßstabsgerechte Nachbildung des Reaktorsystems und der installierten Rührtechnik, die energetische Bewertung sowie die Beachtung rheologischer und granulometrischer Kenngrößen ermöglichen diese umfangreiche Bewertung und stellen somit eine Schnittstelle zwischen numerischer Strömungssimulation und Praxis dar. Aufgrund dieser Praxisnähe können auch verschiedene Optimierungsmaßnahmen für bestehende Anlagen abgeleitet werden. Zur Bewertung des Mischprozesses wird wie folgt vorgegangen:

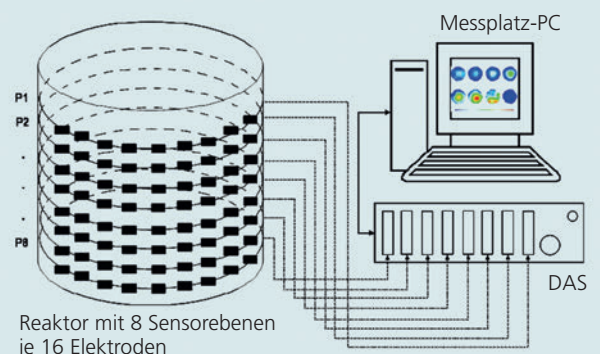
- Charakterisierung des Ausgangszustands,
- Downscaling unter Beachtung der Randbedingungen,
- Bewertung des Mischprozesses,

- Variation der Randbedingungen mit dem Ziel der Optimierung.

Funktionsweise der Prozess-Tomographie

Im Tomographie-Reaktor bildet sich durch die hochfrequente Induktion von Strom ein elektrisches Feld aus, welches durch unterschiedliche Leitfähigkeiten der zu mischenden Stoffsysteme beeinflusst wird. Durch Detektion der hervorgerufenen Widerstandsänderungen kann die Verteilung der Stoffsysteme im Reaktor visualisiert und quantifiziert werden.

Komponenten der Prozess-Tomographie



Technische Anwendung

Unter Berücksichtigung der großtechnischen Randbedingungen von Biogasanlagen wurde das Einmischen von zerkleiner-



tem Stroh in Gärrest unter Einsatz von horizontal betriebenen Propellerrührern mittels Prozess-Tomographie bewertet.

Die Untersuchungen zum Verlauf des Mischprozesses haben gezeigt, dass die in landwirtschaftlichen Biogasanlagen anzutreffenden breiten Reaktoren (Verhältnis von Höhe zu Durchmesser $\sim 0,5$) nur zu etwa 75 % durchmischt sind. Daraus ist abzuleiten, dass die zur Bemessung von Biogasanlagen angesetzten Raumbelastungen in der Praxis häufig überschritten werden, wobei lokal im Reaktor große Unterschiede zu verzeichnen sind. Flüssigphasenübersättigungen und daraus resultierende Beeinträchtigungen der Biogasausbeute sind Folgeerscheinungen eines ungenügenden Mischungs Zustands im Reaktor. Zur Optimierung der Durchmischung wurden Rührerdrehzahl, Rührerposition und Reaktorgeometrie variiert. Eine wesentliche Verbesserung des Mischzustands konnte nur aufgrund der Änderung der Reaktorgeometrie erzielt werden. Welchen Einfluss diese Ergebnisse auf den Biogasertrag haben, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Ausblick

In Fortsetzung der bisherigen Untersuchungen sollen gesicherte Erkenntnisse in Verbindung von numerischer Strömungssimulation, Bewertung von Mischprozessen im Labor- und Pilotmaßstab bis hin zur großtechnischen Umsetzung abgeleitet werden, um Grundlagen zur Auslegung und zum Betrieb von Rührsystemen vor allem für hochkonzentrierte, nicht-Newtonsche Stoffsysteme zu schaffen.

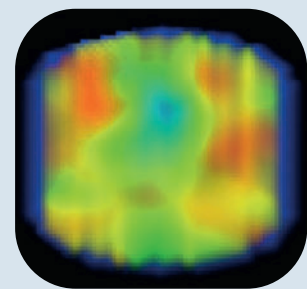
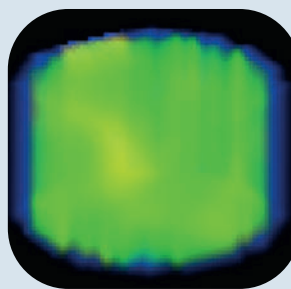
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Bewertung und Optimierung von Misch- und Strömungsprozessen für: Umwelttechnik, chemische Industrie, Lebensmittelindustrie, biotechnologische Prozesse
- Energetische Bewertung und Optimierung
- Umfangreiche Substratcharakterisierung

Nachbildung landwirtschaftlicher Biogasanlagen: Einmischen von Stroh in Gärrest

vor Substratzugabe

nach 60 min Mischzeit



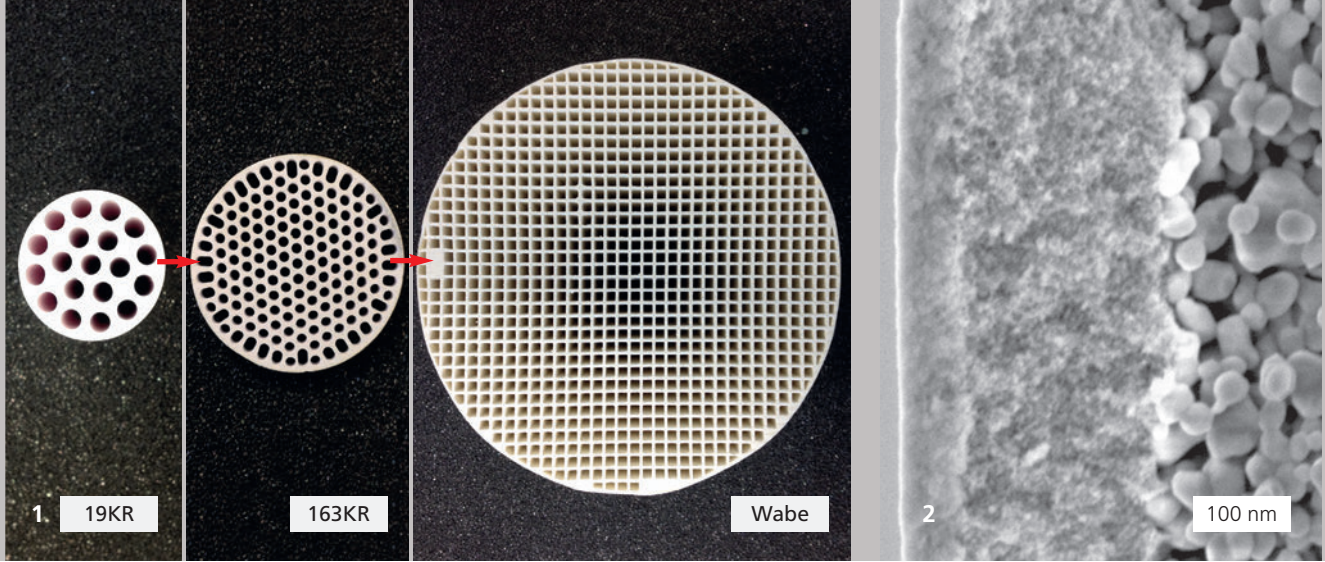
1 Tomographie-Reaktor.

2 Pilotfermenter.

3 Tomographie-Reaktor mit realem Substrat.

4 Biogasanlage Lehmann Maschinenbau GmbH.





FLÄCHEN- UND VERFAHRENSOPTIMIERTE NANOFILTRATIONSMEMBRANEN

Dr. Marcus Weyd, Dipl.-Ing. Kurt Herrmann, Dipl.-Ing. Michael Stahn

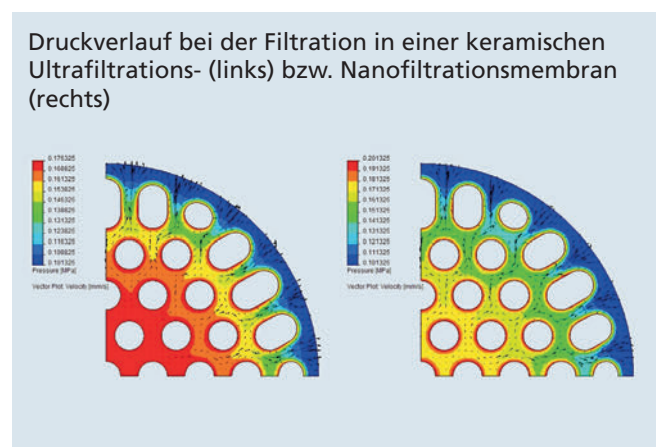
Effiziente Filtrationsverfahren sind wichtige Trennschritte in der Umwelttechnik, der chemischen Verfahrenstechnik und der Wasseraufbereitung. Keramische Membranen weisen im Vergleich zu organischen Membranmaterialien meist deutlich höhere Flussleistungen bei hoher Selektivität sowie eine hohe chemische und thermische Beständigkeit und bessere Reinigungsmöglichkeiten auf. Darüber hinaus sind sie mit Heißdampf sterilisierbar. Mit keramischen Nanofiltrationsmembranen, das heißt mit Membranen die einen Cut-Off < 1000 D besitzen, lassen sich zudem Trennaufgaben im molekularen Bereich realisieren. So können z. B. Farbstoffmoleküle aus Abwässern abgetrennt werden.

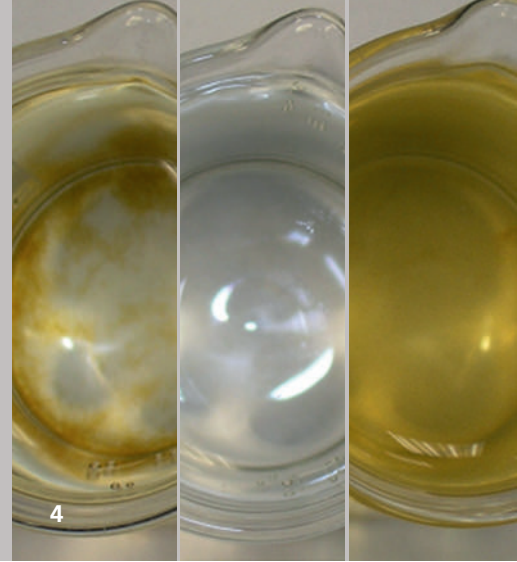
Entscheidend für einen erfolgreichen und wirtschaftlichen Einsatz keramischer Membranen sind die Invest- und Betriebskosten. Die Investkosten der Membranen werden stark durch die spezifische Membranfläche der Filtrationselemente beeinflusst. Je höher diese ist, desto geringer sind die Kosten und desto kleiner können die für die Membranen benötigten Module gebaut werden. Die Gründe dafür liegen zum einen in der Herstellung, da jedes Membranelement einzeln prozessiert werden muss. Des Weiteren sind für jedes Element zwei Dichtungen nötig, um es in die Membranmodule zu integrieren. Membranelemente mit hohen spezifischen Membranflächen werden das Einsatzgebiet keramischer Membranen auf membranflächenintensive Anwendungen, wie z. B. der Trinkwasseraufbereitung oder auch der Gastrennung erweitern.

Bei keramischen Membranen kann die spezifische Membranfläche durch die Anzahl und Form der Membrankanäle beeinflusst werden. Dabei müssen Fragen der Beschichtungsfähigkeit

der mehrschichtig aufgebauten Membranen und der fluidynamischen Verhältnisse im Membranträger beachtet werden. Die verzweigte Struktur und die langen Strömungswege durch den Träger der keramischen Membranen können den flächenspezifischen Membranfluss deutlich reduzieren.

Um optimale Membrangeometrien und Schichtaufbauten der Membranen zu identifizieren, werden Simulationen zum Stofftransport durch unterschiedliche Membranelemente mit verschiedenen Beschichtungen durchgeführt. Es zeigte sich bereits, dass bei Verwendung von hochporösen Trägern und Nanofiltrationsschichten auch komplizierte Mehrkanalelemente effizient betrieben werden können und die Vorteile der höheren Membranfläche pro Element gegenüber dem verringerten flächenspezifischen Membranfluss überwiegen. Für wabenähnliche Elemente wurden maximale Durchmesser und geeignete Strukturen entwickelt, die einen effektiven Filtrationsprozess erlauben.

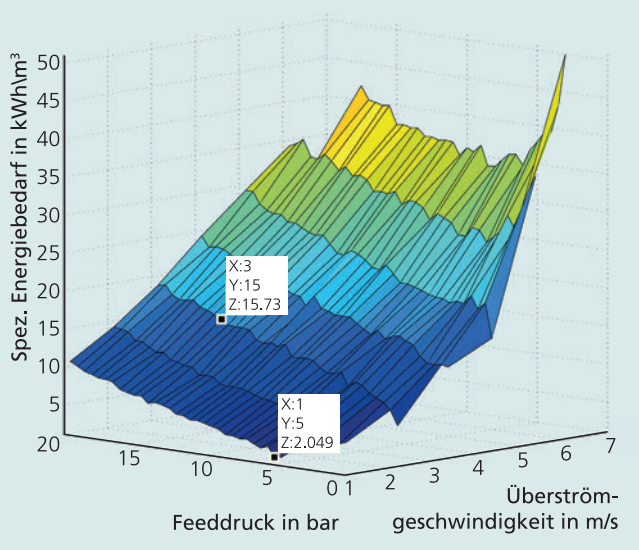




Der Einsatz von Nanofiltrationsmembranen drei verschiedener Mehrkanalrohrgeometrien wurde eingehend verfahrenstechnisch untersucht. Durch Variation der Verfahrensparameter konnten energetische Kennwerte und Leistungsparameter zum Betrieb der Membranen gesammelt werden.

In einer eigenen Pilotfiltrationsanlage wurden Filtrationsversuche mit Talsperrenwasser durchgeführt, wobei neben den membranverfahrenstechnischen Parametern auch die chemische Vorbehandlung des Wassers variiert wurde. So konnte gezeigt werden, dass mit einer im Vergleich zur konventionellen Wasseraufbereitung minimalen Flockungsmittelmenge stabile Membranflüsse erreicht werden. Diese positiven Ergebnisse konnten auch bei Verwendung energetisch optimierter Verfahrensparameter (Überströmungsgeschwindigkeit, Druck) bestätigt werden.

Energetische Bewertung einer Nanofiltrationsmembran



Danksagung

Die Autoren danken der Europäischen Union für die Unterstützung des Forschungsvorhabens »CeraWater« (280909).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Kunden- und anwendungsspezifische Membrantestung und Verfahrensentwicklung
- Kundenspezifische Membran- und Trägerentwicklung
- Entwicklung und Konstruktion von Membran(test)anlagen
- Lieferung von Membranmustern

- 1 *Keramische Membranträger verschiedener Geometrie.*
- 2 *REM-Aufnahme einer keramischen Nanofiltrationsmembran.*
- 3 *Pilotfiltrationsanlage mit Rückspüleinrichtung des Fraunhofer IKTS.*
- 4 *Feed-, Permeat- und Retentatprobe der Talsperrenwasserfiltration.*

FORSCHUNGSFELD

UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Abteilungsleiter:

Dr. Hannes Richter

Dr. Ralf Kriegel

Dr. Burkhardt Faßbauer

Dr. Matthias Jahn

ABTEILUNG

CHEMISCHE VERFAHRENSTECHNIK UND ELEKTROCHEMIE

Profil

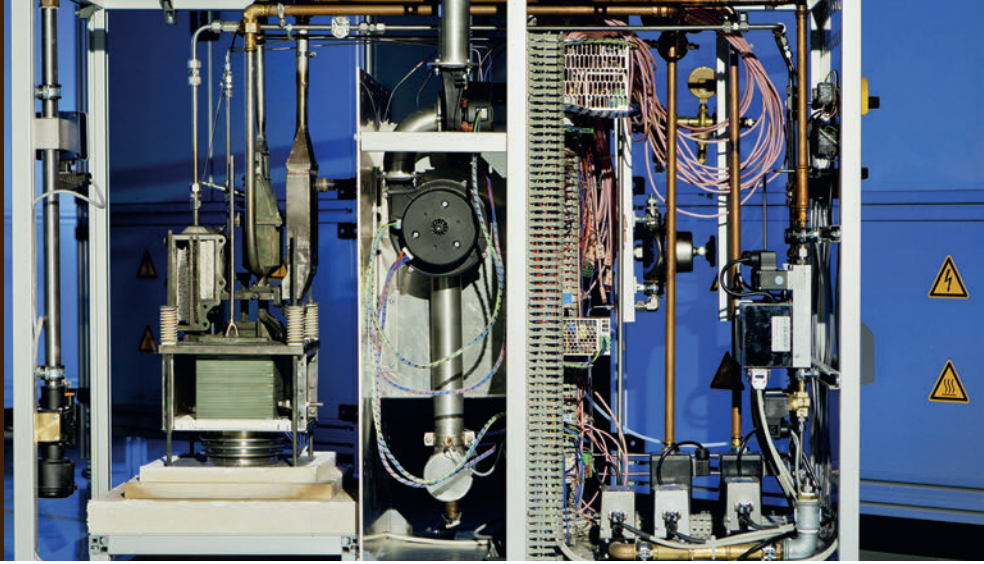
Das Forschungsfeld »Umwelt- und Verfahrenstechnik« befasst sich mit Separations- und Reaktionstechnik von der Materialentwicklung bis hin zum Bau von Anlagen und Reaktoren.

Die Arbeitsgruppen der Abteilung »Chemische Verfahrenstechnik und Elektrochemie« entwickeln und optimieren verfahrenstechnische und elektrochemische Prozesse für alle Bereiche der chemischen Technologie, der Umwelttechnik sowie der Biotechnologie. Die Entwicklung von Katalysatoren und Reaktoren erfolgt dabei in enger Kooperation mit den werkstoffwissenschaftlichen Abteilungen des Instituts. Dabei werden neue innovative keramische Strukturen zur Verbesserung der Stoff- und Wärmetransportprozesse in chemischen Reaktoren sowie keramische Membranen zur Prozessintensivierung eingesetzt. Im Bereich der verfahrenstechnischen Anlagen werden u. a. Brennstoffzellensysteme mit einer elektrischen Leistung von $P_{el} = 1 \text{ kW}$ unter Nutzung der am Institut entwickelten Festoxidbrennstoffzellen erforscht.

Einen weiteren thematischen Schwerpunkt stellt die Untersuchung von Elektrodenmaterialien für Supercaps und Batterien zur Speicherung von elektrischer Energie sowie im Bereich der Sensorik dar. Neben der Implementierung neuer Materialien und Fertigungstechnologien liegt der Fokus der Arbeiten auf der Charakterisierung und Modellierung. Methodische Basis dafür bilden umfangreiche Aktivitäten im Bereich der Multiphysik-Modellierung und Simulation von Applikationen (SOFC, heterogene Katalyse und Batterien) sowie der (Spektr)Elektrochemie.

Leistungsangebot

- Verfahrenstechnische Prozessentwicklung und Automatisierung
- Reaktionstechnische Prozessanalyse sowie Langzeituntersuchungen zu Degradationsmechanismen in Testständen und Systemen
- Thermische und mechanische Simulation von keramischen Bauteilen und Komponenten
- Anwendungsspezifische Erstellung/Analyse von Multiphysics-Modellen für funktionskeramische Bauteile
- Simulation des thermischen Managements von energietechnischen Wandlern (Brennstoffzellen, Batterien, thermoelektrische Generatoren)
- Multiphysics und CFD-Simulation von chemischen und elektrochemischen Prozessen und Reaktoren
- Katalysator- und Reaktorentwicklung im Bereich der heterogenen Katalyse
- Prozessintensivierung unter Nutzung von keramischen Membranen und keramischen Schäumen als Katalysatorträger
- Gasanalyse (FID-GC, WLD-GC, PFPD-GC und GC/MS)
- Anodische und galvanische Funktionsschichten für Dielektrika, Photovoltaik, Korrosions- und Verschleißschutz, Sensorik und Brennstoffzellentechnik
- Entwicklungen zum Hochdurchsatzscreening für Anwendungen in der chemischen und biochemischen Analytik
- Mikro- und spektroelektrochemische Materialcharakterisierung von Batterien und Kondensatoren
- Untersuchungen zur elektrochemischen Bearbeitung (ECM)
- Untersuchung von Korrosions- und Degradationsmechanismen



Abteilungsleiter

Chemische Verfahrenstechnik und
Elektrochemie

Dr. Matthias Jahn

Telefon +49 351 2553-7535

matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de



Modellierung und Simulation

Dr. Wieland Beckert

Telefon +49 351 2553-7632

wieland.beckert@ikts.fraunhofer.de



Systemverfahrenstechnik

Dr. Marc Heddrich

Telefon +49 351 2553-7506

marc.heddrich@ikts.fraunhofer.de

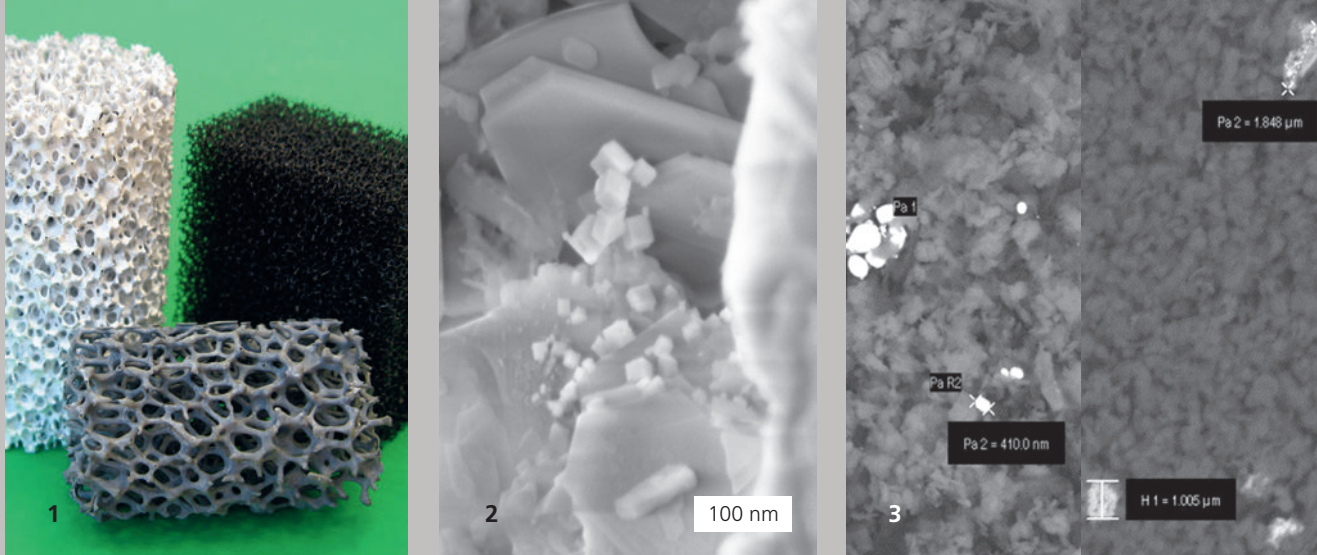


Elektrochemie

Dr. Michael Schneider

Telefon +49 351 2553-7793

michael.schneider@ikts.fraunhofer.de



KATALYSATOR- UND REAKTORENTWICKLUNG FÜR DIE HOCHTEMPERATURKATALYSE

Dr. Matthias Jahn, Dr. Marc Heddrich, Rico Belitz, Stefanie Koszyk, Daniela Böttge

Motivation und Zielsetzung

Der Einsatz katalytischer Prozesse bei hoher Temperatur ($T = 800\text{ °C}$) ist mit einer erhöhten Katalysatordegradation verbunden. Darüber hinaus stellt insbesondere der Anwendungsbe- reich der Abgasnachbehandlung hohe Anforderungen an die Langzeitstabilität der eingesetzten Katalysatoren, wie z. B. eine Betriebszeit von $t_b > 40\ 000\text{ h}$ bei stationären SOFC-Systemen zur Strom- und Wärmeversorgung. Ziel der Entwicklungsarbeiten ist ein intensiveres Verständnis des Alterungsverhaltens von verschiedenen Katalysatorsystemen bei diesem hohen Temperaturniveau. Mit Methoden der Katalysatorcharakterisierung und der Abbildung der Alterung in einem Modell wird eine auf die Anforderungen (Standzeit, Umsatz, etc.) der spezifischen Anwendung zugeschnittene Reaktorauslegung und -entwicklung ermöglicht.

Entwicklungsergebnisse

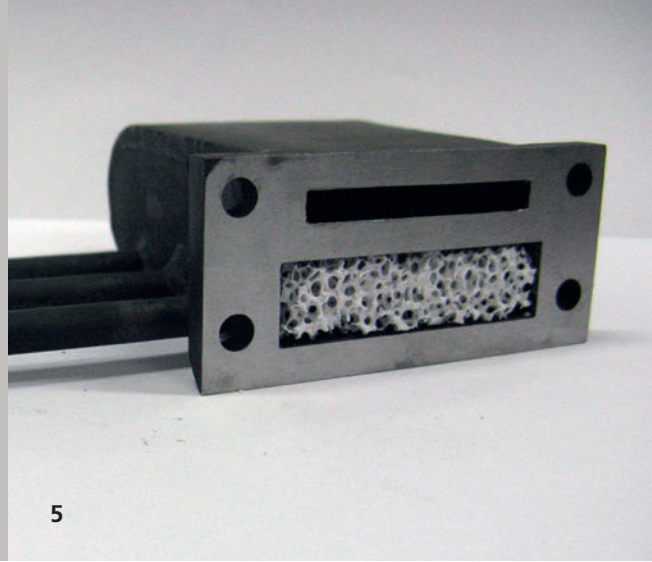
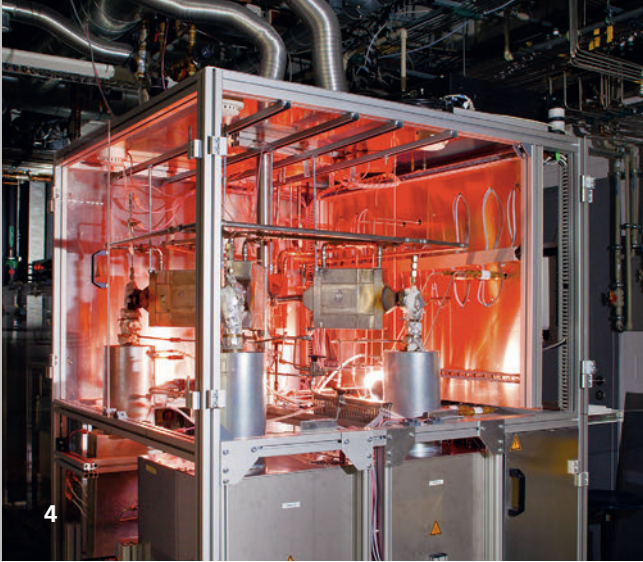
Da die Abnahme der aktiven Katalysatoroberfläche Haupt- ursache für das Degradationsverhalten ist, wird das Augen- merk zum einen auf die spezifische Oberfläche des Katalysa- torträgers und zum anderen auf die Verteilung der Aktivkomponente auf dem Träger gelegt. Materialeitiger Aus-

gangspunkt in der Katalysatorentwicklung sind mit Aktivkom- ponente imprägnierte Extrudate aus Trägermaterial. In Ausla- gerungsversuchen unter Luftatmosphäre und hoher Temperatur ($T = 800\text{ °C}$, $t = 60\text{ h}$) wird die grundsätzliche Eig- nung durch Messung der Änderung der spezifischen Oberflä- che ΔA_{spez} und die Analyse der Verteilung der Aktivkomponente auf dem Träger mittels FESEM festgestellt.

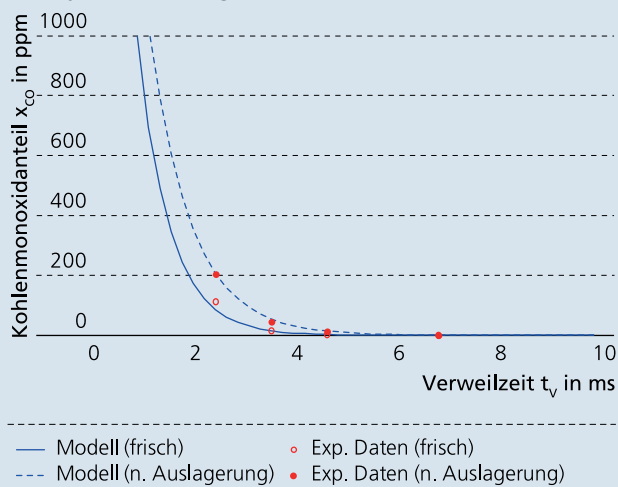
Im Anschluss werden ausgewählte Materialsysteme auf ein Schaumkeramikgerüst übertragen. Gegenüber etablierten Wa- benmonolithen erlauben diese Strukturen einen radialen Quer- austausch der Gaskomponenten und damit einen höheren volumenbezogenen Umsatz. Als charakteristische Größe für die Katalysatoraktivität der erhaltenen Proben wird u. a. die Temperatur bestimmt, bei der für Kohlenstoffmonoxid (CO) ein Umsatz von 50 % erreicht wird (T_{50}). Diese steigt mit der Alterung an. Es folgt eine Reihe von gezielten Alterungsschrit- ten an Luft ($T = 800\text{ °C}$, $t = 200\text{--}2000\text{ h}$) mit jeweiliger T_{50} -Be- stimmung.

In der Reaktorentwicklung wird der CO-Umsatz in Abhängig- keit der Verweilzeit zur Charakterisierung der katalytischen Funktion betrachtet. Mit der Abnahme der Katalysatoraktivität durch die Alterung ist eine fortschreitende Verringerung des Umsatzes bei vorgegebenem Wert der Verweilzeit festzustel- len. Mit dem auf diesem Weg identifizierten Alterungsverhal- ten kann zur Reaktorauslegung eine Mindestverweilzeit für einen geforderten Umsatz für den gealterten Zustand nach z. B. $t_b = 40\ 000\text{ h}$ abgeschätzt werden.

Trägermaterial	A_{spez} (frisch) in m^2/g	A_{spez} (gealtert) in m^2/g	ΔA_{spez} in %
$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	199	152	24
$\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$	79	72	10



CO-Konzentrationsprofil (gemessen/berechnet) bei Katalysatoralterung



Vorgaben – Versuch:

Gasgemisch: N₂ 75,82 Vol.-%; O₂ 16,24 Vol.-%;
 H₂O 4,56 Vol.-%; CO₂ 1,78 Vol.-%;
 H₂ 1,02 Vol.-%; CO 0,58 Vol.-%
 Volumenstrom: V^N = 259,2 NI/min
 Temperatur: T_{Wabe,mittel} = 800 °C

Vorgaben – Auslagerung:

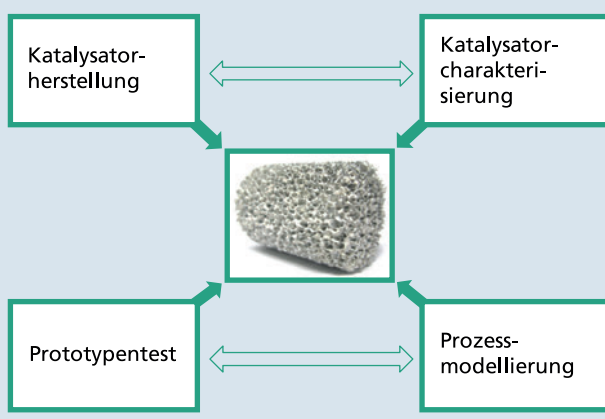
Gasgemisch: Luft
 Temperatur: T_D = 850 °C
 Haltezeit: t_D = 200 h

Bei der Modellierung des Prozesses wird neben den kinetischen Parametern der homogenen und heterogen katalysierten CO-Oxidation bei hohen Temperaturen auch die degradationsbedingte Abnahme der aktiven Oberfläche berücksichtigt. Damit können mittels Simulationsrechnungen sowohl die Austrittskonzentration in Abhängigkeit von der Verweilzeit als auch das örtliche CO-Konzentrationsprofil im Reaktor unter Berücksichtigung der Degradation berechnet werden. Auf diesem Weg werden Vorhersagen zum Alterungsverhalten des Katalysators generiert und damit die zielgerichtete Reaktorauslegung für die CO-Oxidation bei hohen Temperaturen für hohe Standzeiten ermöglicht.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Katalysatorherstellung und -charakterisierung
- Gasanalyse (GC/TCD, GC/FID, GC/PFPD, GC/MS, ND IR, etc.)
- CFD-Reaktorsimulation, Modellierung der Katalysatordegradation
- Reaktionstechnische Untersuchungen zur Komponenten- und Systemauslegung
- Lebensdaueranalysen für Komponenten und Systeme
- Systemintegration von Reaktoren für die HT-Katalyse

Entwicklungsteilbereiche für langzeitstabilen HT-Katalyseprozess



- 1 SiC-Schaumkeramik als Katalysatorgrundgerüst.
- 2 FESEM-Aufnahme der beschichteten Schaumkeramik.
- 3 Dispersität der Aktivkomponente.
- 4 Versuchsumgebung für Dauertests.
- 5 Reaktor zur Abgasnachbehandlung.

FORSCHUNGSFELD SINTERN UND CHARAKTERISIERUNG

Abteilungsleiter:

Dr. habil. Mathias Herrmann

Profil

Innerhalb dieses Forschungsfelds konzentriert sich ein umfangreiches Know-how in den Themenbereichen Sintern und Analytik sowohl am Standort Hermsdorf als auch in Dresden. Auf der Grundlage vielfältiger Charakterisierungsmethoden, thermodynamischer und kinetischer Modellierungen sowie einer umfangreichen Ofentechnik vom Labor- bis zum Technikumsmaßstab kann eine gezielte Entwicklung und Optimierung von Werkstoffen, Bauteilen und Prozessen erfolgen bzw. begleitet werden.

Die vorhandenen Methoden reichen von der Partikel- und Suspensionscharakterisierung über die keramographische Gefügepräparation mittels konventioneller und ionenstrahlbasierter Verfahren bis hin zur quantitativen Phasen- und Gefügeanalyse. Darüber hinaus steht eine breite Palette thermoanalytischer und thermophysikalischer Charakterisierungstechniken sowie Methoden zur tribologischen, mechanischen und elektrischen Charakterisierung zur Verfügung. Die Beherrschung dieser ausgereiften analytischen Methoden ist mit detailliertem Prozesswissen sowie werkstoff- und naturwissenschaftlichen Kenntnissen gekoppelt, die eine fundierte Interpretation der Ergebnisse ermöglichen.

Daneben haben sich in den letzten Jahren neue Möglichkeiten für die Entwicklung und Nutzung von biophysikalischen Sensor- und Aktorsystemen eröffnet. Des Weiteren wurden Systeme für draht- und berührungslose Energieübertragungen erfolgreich entwickelt und ihre Nutzbarkeit in ersten Demonstratoren (siehe auch Beitrag auf Seite 72) aufgezeigt.

Leistungsangebot

Durchführung von Entwicklungsprojekten und Einzelaufträgen zur Charakterisierung von pulvermetallurgischen und keramischen Roh- und Werkstoffen sowie zur Wärmebehandlung von Werkstoffen und Bauteilen:

- Partikelcharakterisierung vom Mikro- bis in den Nanobereich
- Anwendungsspezifische Suspensionscharakterisierung in allen Konzentrationen
- Bestimmung thermoanalytischer und thermophysikalischer Kennwerte
- Untersuchung des Sinterverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen
- Auslegung, Durchführung und Optimierung von Wärmebehandlungen einschließlich des Upscalings auf großtechnische Maßstäbe
- Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen hinsichtlich des Gefüges, des Phasenbestands sowie der mechanischen und tribologischen Eigenschaften
- Prüfung elektrischer Geräte und Ausrüstungen (CE- und GS-Kennzeichen, Zusammenarbeit mit TÜV und VDE)
- Simulation von Umwelteinflüssen (Temperatur, Klima, mechanische Belastungen, Korrosion)
- Schadensanalyse von Bauteilen und Beratung zum Einsatz keramischer Werkstoffe
- Kalibrierung von Messgeräten (Länge, Temperatur, elektrische Messgrößen)
- Beratung zu Qualitäts- und Umwelt-Managementsystemen



Abteilungsleiter

Keramographie und Phasenanalyse

Dr. habil. Mathias Herrmann
Telefon +49 351 2553-7527
mathias.herrmann@ikts.fraunhofer.de



Thermische Analyse und Thermophysik

Dr. Tim Gestrich
Telefon +49 351 2553-7814
tim.gestrich@ikts.fraunhofer.de



Labor für Qualität und Zuverlässigkeit, Mechanisches Labor

Dipl.-Ing. Roy Torke
Telefon +49 36601 9301-1918
roy.torke@ikts.fraunhofer.de



Wärmebehandlung

Dipl.-Ing. Gert Himpel
Telefon +49 351 2553-7613
gert.himpel@ikts.fraunhofer.de



Chemische und Struktur-analyse

Dipl.-Phys. Jochen Mürbe
Telefon +49 36601 9301-4946
jochen.muerbe@ikts.fraunhofer.de



Pulver- und Suspensions-charakterisierung

Dr. Annegret Potthoff
Telefon +49 351 2553-7761
annegret.potthoff@ikts.fraunhofer.de



HYBRIDBEHEIZTE FAST/SPS-ANLAGE – DIREKT ELEKTRISCH UND INDUKTIV

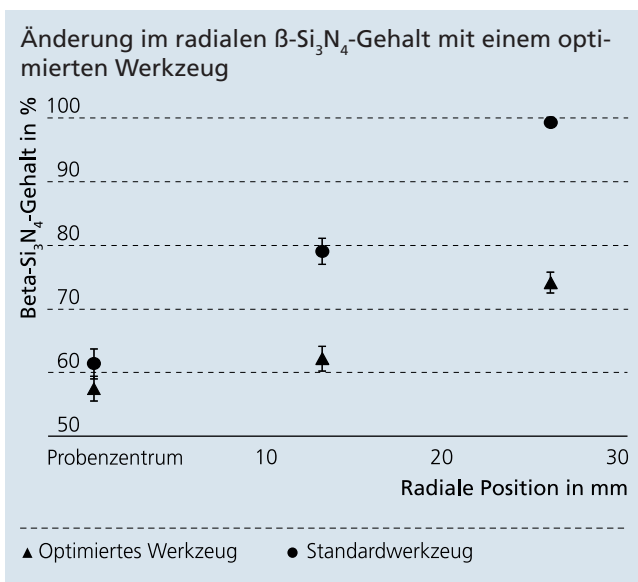
Dipl.-Ing. Jan Räthel, Dr. habil. Mathias Herrmann

Das FAST/SPS-Verfahren zeichnet sich durch eine sehr schnelle und effiziente direkt elektrische Beheizung und druckunterstützte Verdichtung aus. Es werden dabei Heizraten von mehreren 100 K/min und Pressdrücke von bis zu 100 MPa appliziert. Kleinvolumige Bauteile lassen sich somit sehr schnell in großer Stückzahl herstellen. Die Verdichtung großvolumiger (vor allem elektrisch nicht leitfähiger) Bauteile ist dagegen sehr anspruchsvoll. Ohne präzise FEM-Berechnungen und einen aufwendigen Werkzeugbau treten unerwünschte Temperaturgradienten im Bauteilvolumen auf.

Das Diagramm zeigt die radiale Veränderung des β - Si_3N_4 -Gehalts in einer Siliciumnitridkeramik nach dem Sintern mit identischen Parametern aber verändertem Werkzeugaufbau. Durch dieses geänderte Werkzeugdesign wird der radiale Tempera-

turgradient verringert und selbst nach kurzer Haltezeit wird eine homogene Eigenschaftsverteilung im gesamten Bauteilvolumen erreicht. Eine universelle und einfach einzusetzende Lösung für dieses Problem bietet eine zusätzliche externe Beheizung. Um das realisieren zu können wurde die ursprüngliche FAST/SPS-Anlage 2012 durch eine Hybridanlage ersetzt (Bild 1).

Die Anlage besitzt neben einer direkt elektrischen Beheizung (FAST/SPS-Betrieb) eine gleichzeitig und unabhängig davon arbeitende Induktionsheizung. Zusätzlich kann die Anlage aber auch ausschließlich mit dieser induktiven Beheizung betrieben werden und sichert damit eine maximale Flexibilität bei der Verdichtung unterschiedlicher Materialien. Folgende Parameter können mit dieser Anlage realisiert werden:



Parameter	Einheit
Direkt elektrische Beheizung (max.)	80 kW
Induktionsheizung (max.)	64 kW
Presskraft (max.)	250 kN
Atmosphäre	Vakuum, N ₂ , Ar, Varigon
Werkzeuggröße (max.)	100 mm

Mit dem FAST/SPS-Verfahren lassen sich Werkstoffe/Werkstoffsysteme effizient und schnell verdichten, die mit konventionellen Sintermethoden nicht herstellbar sind. Dazu zählen

- Nanostrukturierte Werkstoffe
- Funktional gradierte Materialien (FGMs)
- Transparente Keramiken
- Nichtgleichgewichtskomposite

Beispiele für solche Materialsysteme stellen Werkstoffe auf Basis von WC/Co, SiAlONen und SiC dar, die Hartstoffe, wie cBN oder Diamant enthalten können. Dabei minimiert oder unterdrückt die sehr kurze Prozesszeit des Verfahrens die Umwandlung der eingebrachten metastabilen Phasen. Ungeachtet dessen müssen die Matrices solcher Werkstoffe den kurzen Prozesszeiten angepasst werden um optimale Eigenschaften zu erreichen. Für einige Materialsysteme ist darüber hinaus eine Optimierung der Wechselwirkung – die trotz kurzer Sinterzeiten erfolgt – notwendig. Dazu können verschiedene Beschichtungen der Hartstoffe beitragen.

Auch zu diesem Aspekt gibt es am Fraunhofer IKTS intensive Aktivitäten um eine reproduzierbare Herstellung solcher Werkstoffe zu ermöglichen und dadurch neuartige Hochleistungswerkstoffe mit sowohl exzellenten tribologischen und Verschleißigenschaften als auch thermischen Eigenschaften zu erzeugen.

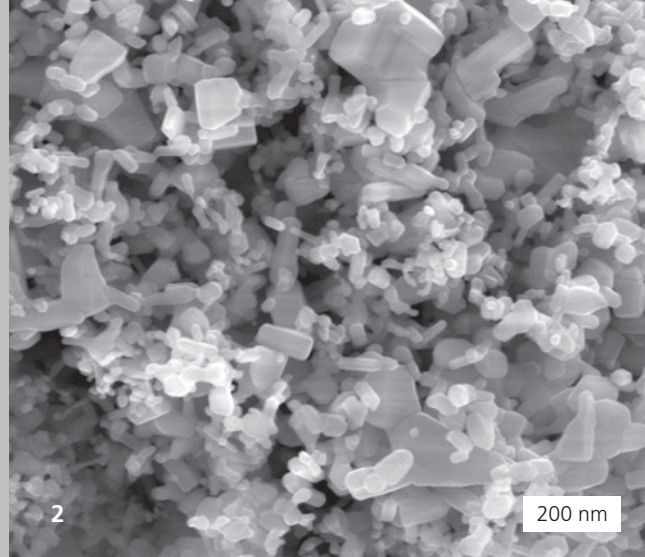
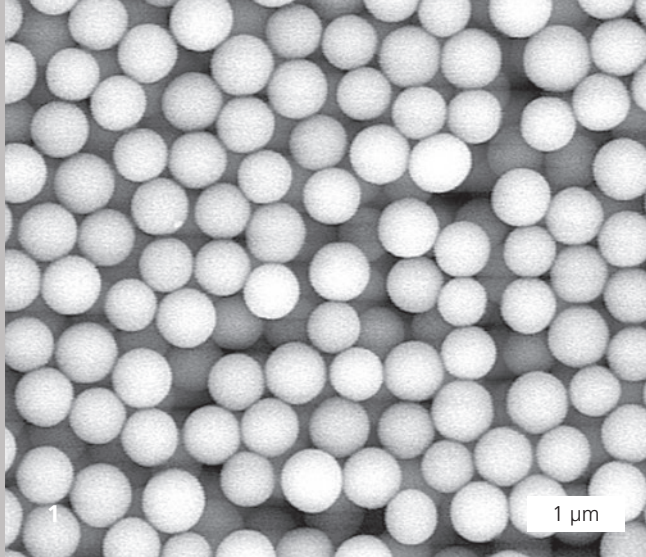
Die hybridbeheizte FAST/SPS-Anlage erlaubt darüber hinaus elektrische und thermische Effekte von einander zu entkoppeln, die aufgrund der frei wählbaren Beheizungsart im Bauteilvolumen entstehen. Das trägt zu einem tieferen Verständnis der bei dieser schnellen Verdichtung ablaufenden Prozesse bei und erlaubt neue Möglichkeiten der in-situ-Strukturierung verschiedener Materialien. Dazu zählt auch die Möglichkeit der schnellen Generierung, Texturierung und Evaluierung von neuartigen Piezowerkstoffen. Auch auf diesem Gebiet gibt es aktuell intensive Arbeiten am Fraunhofer IKTS.

Neben diesen werkstoffwissenschaftlichen Arbeiten zur Herstellung neuartiger Materialien stellen die Entwicklung von hochverschleißfesten Werkzeugmaterialien für höchste Heizraten (> 1000 K/min) und kürzeste Prozesszeiten (< 5 min) zum Herstellen kleinvolumiger Bauteile ein aktuelles Arbeitsthema dar. Dabei sind die derzeit als Werkzeugmaterial genutzten hochfesten Isografite nicht optimal geeignet, da diese bei den dabei aufgebrachten hohen mechanischen Lasten einem erhöhten Verschleiß unterliegen. Werkstoffsysteme auf Basis

hochschmelzender Nitride, Boride und Carbide kommen dabei als Stempel- und Matrizenmaterial zum Einsatz.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Erarbeitung von optimierten Sinterprofilen und geeigneten Werkzeugen für kundenspezifische Produkte
- Gemeinsame Entwicklung von Werkstoffen und Bauteilen auf Basis der FAST/SPS bzw. HYBRIDTECHNIK
- Untersuchung von grundlegenden Sintermechanismen beim Sintern mit FAST/SPS



REACH – NEUE ANFORDERUNGEN AN DIE PULVER- UND SUSPENSIONSANALYSE

Dr. Annegret Potthoff, Dr. Tobias Meißner

Mit dem Inkrafttreten der neuen europäischen Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von chemischen Stoffen (REACH) 2007 unterliegen Hersteller und Importeure von Chemikalien der Sicherheitsbewertungs- und Registrierungspflicht. Die Registrierungspflicht für Stoffe, die in Mengen von mindestens 1000 t/a produziert oder in Verkehr gebracht werden, ist bereits seit Ende 2010 eingeführt und wird bis Juni 2013 auf Stoffe ab 100 t/a Produktionsmenge erweitert. Nun müssen bis 2018 auch Stoffe, deren Jahresproduktion mindestens 1 t beträgt, deklariert werden.

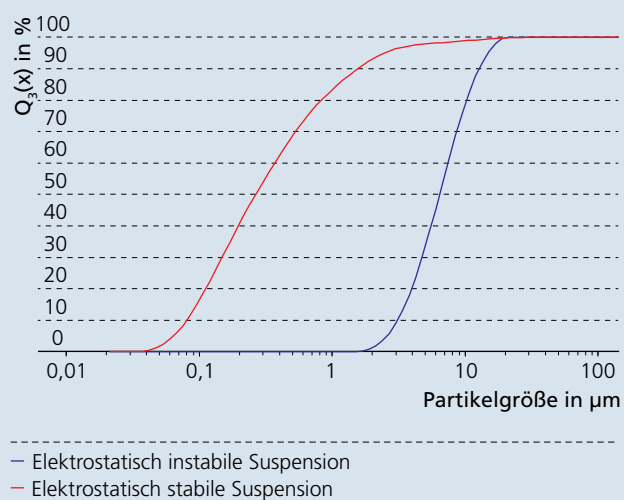
Für die Registrierung der chemischen Stoffe bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) werden neben allgemeinen Angaben wie Bezeichnung und Zusammensetzung der Substanz vor allem Daten zur Risikobewertung bezüglich der toxiologischen und der ökotoxikologischen Relevanz des Stoffes benötigt. Voraussetzung hierfür ist eine umfassende Charakterisierung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Stoffes.

Für in geringen Mengen produzierte Materialien liegen häufig nur wenige grundlegende Kenntnisse z. B. bezüglich der Dispergierbarkeit oder des Vorliegens der Materialien in Wasser vor. Diese zu gewinnen stellt eine wesentliche Herausforderung in den kommenden Jahren dar.

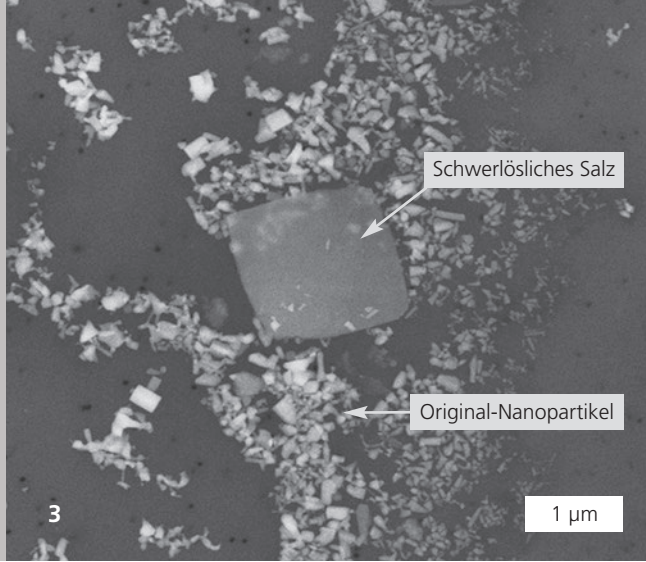
Zur Ermittlung grundlegender Stoffdaten wie Schmelztemperatur oder Dichte existieren Normen, nach denen die Daten erhoben werden. Für die Analyse weiterer wesentlicher Parameter wie der Partikelgrößenverteilung sind geeignete Mess-

verfahren auszuwählen und die Probenvorbereitung stoffspezifisch anzupassen. Ob das Material wie erforderlich in Form einzelner Partikel vorliegt oder ob sich diese zu Agglomeraten verbinden, hängt u. a. von der Zusammensetzung des Mediums ab (Diagramm unten).

Partikelgrößenverteilung für ein Al_2O_3 -Pulver in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Hintergrundflüssigkeit



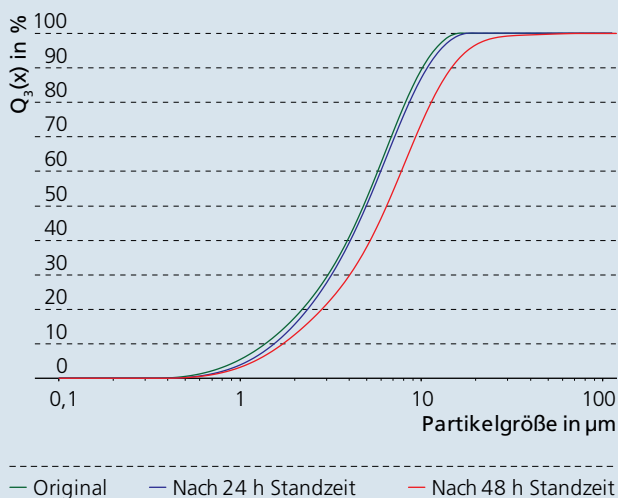
Nanoskalige Stoffe erfordern aufgrund ihrer hohen spezifischen Oberfläche und der geringen Partikelgröße eine weitere Anpassung der Prüfnormen und ggfs. die Erfassung zusätzlicher Parameter. Die Dispergierbarkeit des Materials wird hier im Gegensatz zu größeren Stoffen nicht mehr nur von Dispergiermedium und spezifischem Energieeintrag geprägt, sondern vom Aggregationszustand des Stoffes bestimmt. Beispielhaft sind in Bild 1 und 2 ein gut dispergierbarer mikro-



skaliger Stoff und ein hochaggregiert vorliegendes nanoskaliges Material gegenübergestellt. Nach Dispergierung in einem elektrostatisch stabilisierenden Medium werden mittels Laserlichtbeugung für beide Stoffe vergleichbare »Partikel«-Größenverteilungen gemessen – die spezifischen Oberflächen unterscheiden sich jedoch erheblich.

Für (öko-)toxikologische Untersuchungen werden die Stoffe in test-spezifisch unterschiedlich zusammengesetzte Medien eingebracht. Das Vorliegen der Partikel z. B. hinsichtlich ihres Agglomerationsgrades spielt für die Interpretation der zur Risikobewertung gewonnenen Daten eine wesentliche Rolle. Vorhandene Messverfahren wurden bezüglich der Probenhandhabung und -charakterisierung so angepasst, dass auch für gröbere (mikroskalige) Stoffe der Agglomerationszustand reproduzierbar analysiert werden kann.

Magnetit-Zeolith-Partikel in Testmedium für ökotoxikologische Tests. Partikelgrößenverteilung in Abhängigkeit von der Testzeit



Die Löslichkeit, die bei nanoskaligen Materialien im Vergleich zu mikroskaligen Pulvern verstärkt zu beobachten ist, sowie potenzielle Interaktionen mit weiteren Inhaltsstoffen des Fluids können die Eigenschaften des Ausgangsstoffs nachhaltig –

z. B. durch Ausfällung von schwerlöslichen Salzen – beeinflussen. Das Vorliegen von Original-Nanopartikeln neben dem gebildeten Phosphat-Salz ist in Bild 3 ersichtlich. Der Nachweis wurde hier mit Hilfe von EDX-Analysen erbracht und kann bei Ausbildung kristalliner Phasen auch durch XRD-Messungen realisiert werden.

Mit Hilfe der komplexen Charakterisierung der Stoffe können – auch für bisher unbekannte Materialien – die für die REACH-Registrierung erforderlichen Daten erfasst werden. Parallel dazu wird durch die Bewertung der Dispergierbarkeit analysiert, in welcher Form die nano- oder mikroskaligen Stoffe in den Testmedien für die Risikobewertung vorliegen, so dass die in (öko-) toxikologischen Tests gewonnenen Daten interpretiert werden können.

Leistungs- und Kooperationsangebot

Partikelcharakterisierung im akkreditierten Labor

- Partikelgrößenverteilung; Agglomerations-/ Aggregationszustand
- Spezifische Oberfläche nach BET, Porosität
- Dichte
- Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung
- Oberflächenladung/Zetapotenzial

Toxikologische Bewertung im Rahmen des ParticleSafetyLab

- 1 *Ideal sphärisches Stoffsystem.*
- 2 *Hochaggregiertes nanoskaliges Stoffsystem.*
- 3 *Original-Nanopartikel neben schwerlöslichem Salz.*



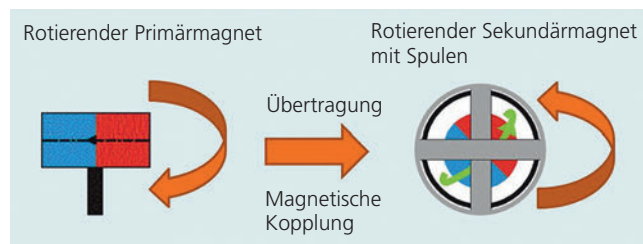
DRAHTLOSE ENERGIEÜBERTRAGUNG FÜR AKTORIK UND SENSORIK

Dr. Holger Lausch, Dipl.-Math. Michael Brand

Ausgangssituation – Motivation

Für Energieverbraucher, die ihre Position oder Lage im Raum sowie ihren Abstand zur primären Energiequelle ohne Leistungsverlust verändern können sollen, sind die etablierten drahtlosen Energieübertragungsverfahren (WREL, WiTricity, Spaltinduktion, RFID etc.) nur bedingt geeignet. Das hier vorgestellte System überwindet diese Einschränkungen und ist in seiner Leistung skalierbar.

Funktionsweise



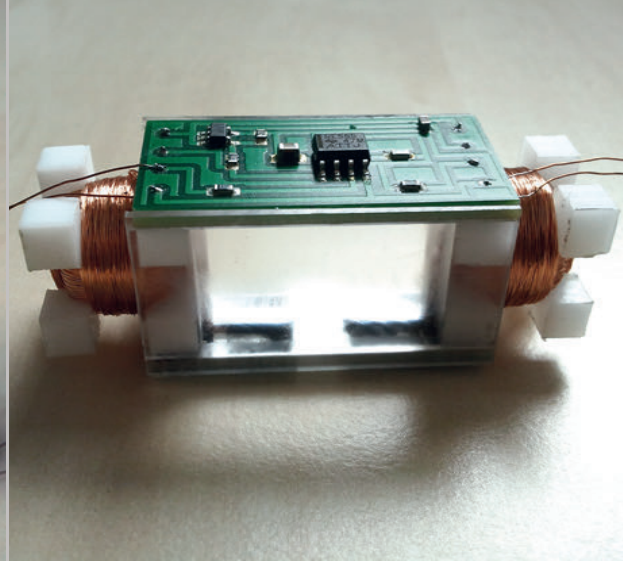
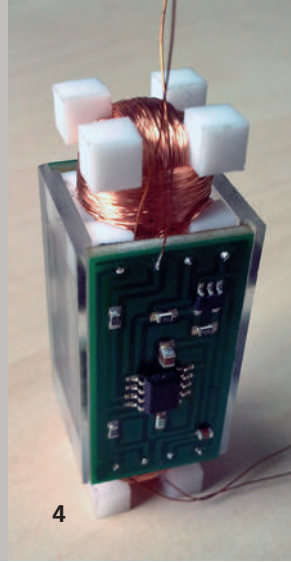
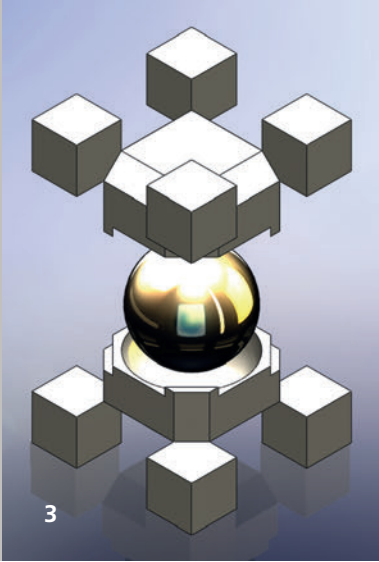
Erreicht wird dies durch ein neues Verfahren, bei dem über die Erzeugung eines magnetischen Drehfelds Bewegungsenergie an einen beweglich gelagerten magnetischen Körper in einer Generatoreinheit am elektrischen Verbraucher übertragen wird, indem sich dieser abstands-, lage- und positionsunabhängig vom Drehfelderzeuger an dessen Feld ausrichtet. Das System ermöglicht so eine maßgeschneiderte Energieerzeugung direkt am Ort des Verbrauchers. Die möglichen elektrischen Leistungen reichen von wenigen Milliwatt bis hin zu mehreren Watt und einer Reichweite von bis zu 40 cm, für spezielle Anwendungen sogar bis zu 1 m.

Vorteile

- Skalierbar in Leistung und Reichweite
- Technisch einfach realisierbar und energieeffizient
- Mobilisierbar
- Miniaturisierbar
- In Verbindung mit keramischen Lager- und Housing-Komponenten
- Biokompatibel und nicht gesundheitsgefährdend
- Für den Langzeiteinsatz auch mit langen Unterbrechungen geeignet
- Option zur Bestimmung der Position und Orientierung des Generatormoduls

Anwendungsgebiete

- Energieversorgung in temporär oder dauerhaft unzugänglichen Bereichen
- Biokompatible Energieübertragung in den menschlichen Organismus (keine Gewebeerwärmung und Beeinflussung neuronaler oder biochemischer Prozesse)
- Energieversorgung in Bereichen von rotierenden Teilen bzw. in explosionsgefährdeten Umgebungen
- Mobile Diagnose- und Therapiesysteme
- Sensor- und Aktorsysteme
- Elektrochemische Reaktoren
- Bau- und Gebäudemonitoringsysteme
- Regeneration von Energiespeichern



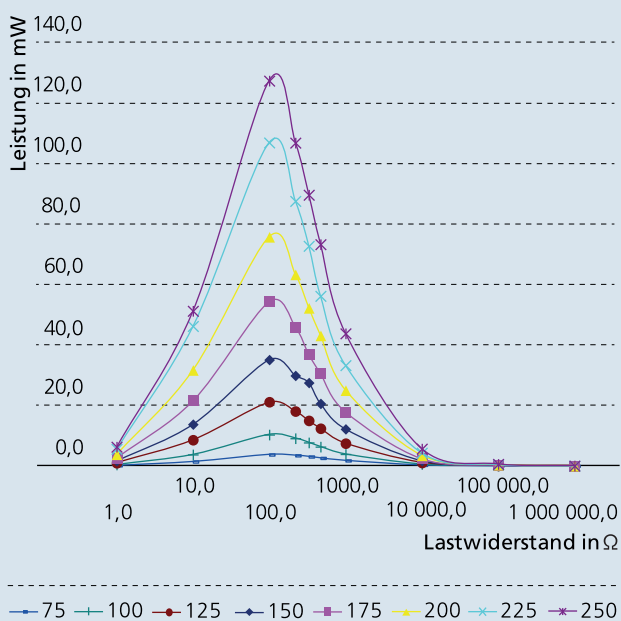
Leistungsparameter

Die Skalierbarkeit der Leistung und Reichweite ist weitgehend von der Stärke der magnetischen Kopplung, der Rotationsfrequenz des magnetischen Drehfelds und der Leistungsabnahme des jeweiligen elektrischen Verbrauchers abhängig. Die Energieeffizienz bzw. der Wirkungsgrad ist über kaskadierendes Systemdesign skalierbar, denn mehrere Generatormodule können innerhalb der leistungs-/verbrauchsabhängigen Reichweite von einem Transfermodul betrieben werden. Das Energieübertragungssystem ist technisch einfach realisierbar, mobilisierbar und miniaturisierbar. Mit dem Einsatz keramischer Lager- und Housing-Komponenten mit integrierter elektrischer Kontaktierung bis hin zu integrierbaren Gleichrichtungs- und Konditionierungsbausteinen sind die Bauteile biokompatibel und vor äußeren physikalischen und chemischen Einflüssen geschützt design- und herstellbar.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Design und maßgeschneiderte applikationsspezifische Anpassung von Systemen zur drahtlosen Energieversorgung
- Entwicklung von funktionalisierbaren keramischen Komponenten für Housing und einfache System-Integration

Leistungskurven eines Generatormoduls für unterschiedliche Frequenzen



- 1 Drahtlose Energieversorgung intelligenter Implantate – Messedemonstrator am Beispiel eines Hüftgelenkimplantats.
- 2 Am Gürtel tragbares Transfergerät.
- 3 Generatormodule mit keramischem Lager/Spulenträger und magnetischem Rotationskörper.
- 4 Generatormodule mit 3D-Spulen und Konditionierungselektronik.

FORSCHUNGSFELD ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff

Dr. Christian Wunderlich

ABTEILUNG

WERKSTOFFE UND KOMPONENTEN

Profil

Die Abteilung »Werkstoffe und Komponenten« befasst sich mit der Entwicklung und Herstellung funktionskeramischer Werkstoffe und deren Applikation im Funktionselement.

Traditionelle Felder sind die Dickschichttechnik, die Füge-technologie, die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) und -Elektrolyse (SOEC), elektrochemische Speicher sowie die chemische Hochtemperatur-Sensorik. Neue Kompetenzen im Bereich der SOFC sind durch Aufbau von Aktivitäten auf dem Gebiet der Schmelzkarbonatbrennstoffzelle (MCFC) im Entstehen. Langjährige Erfahrungen und eine ausgezeichnete technische Ausstattung ermöglichen es, komplexe Anforderungen und Wechselwirkungen in anspruchsvollen Anwendungen, wie Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien und Supercaps, Sensoren, Mikrosystemen sowie in der Aufbau- und Verbindungstechnik in komplexen Werkstoffsystemen zu beherrschen. Am Standort Dresden werden Siebdruckpasten, Tinten und Schlicker für den Aufbau von elektrochemischen Komponenten und Mikrosystemen entwickelt.

Die Werkstoffentwicklung in Kombination mit unterschiedlichen Beschichtungsverfahren insbesondere für Anwendungen in Elektrochemie und Füge-technologie bildet die Basis für die Realisierung neuer Komponenten für SOFC/SOEC, MCFC, Mikrobatterien, thermoelektrische Generatoren und Sensoren.

Die enge Verzahnung mit den Abteilungen »Chemische Verfahrenstechnik und Elektrochemie« sowie »Systemintegration und Technologietransfer« sichert die Praxisrelevanz der Ergebnisse. Wir sind dadurch in der Lage, unseren Kunden attraktive Entwicklungen zu Materialien, Prototypen und Dienstleistungen in allen Stufen der Prozesskette anzubieten.

Leistungsangebot

- Entwicklung und Herstellung von Pasten für Siebdruck, Dispensierung und Roll-Coating sowie deren Fertigung im Pilotmaßstab
- Entwicklung und Herstellung von Nanotinten für Inkjet- und Aerosoldruck
- Entwicklung und Herstellung von Fügegläsern und -elementen sowie Loten
- Glasentwicklung für spezielle Anwendungen
- Entwicklung von Elektrodenmaterialien und Beschichtungen für Lithium-Ionen-Batterien und Supercaps
- Test- und Prüfkapazität für Werkstoffe und funktionelle Hochtemperatur-Komponenten für Gassensoren, SOFC/SOEC und thermoelektrische Generatoren
- Entwicklung, Herstellung und Test von SOFC-Stacks
- Aufbau- und Verbindungstechnik für keramische Systeme
- Beratung und Werkstoffanalyse



Abteilungsleiter
Werkstoffe und Komponenten

Dr. Mihails Kusnezoff
Telefon +49 351 2553-7707
mihails.kusnezoff@ikts.fraunhofer.de



Fügetechnik und AVT
Dr. Jochen Schilm
Telefon +49 351 2553-7824
jochen.schilm@ikts.fraunhofer.de



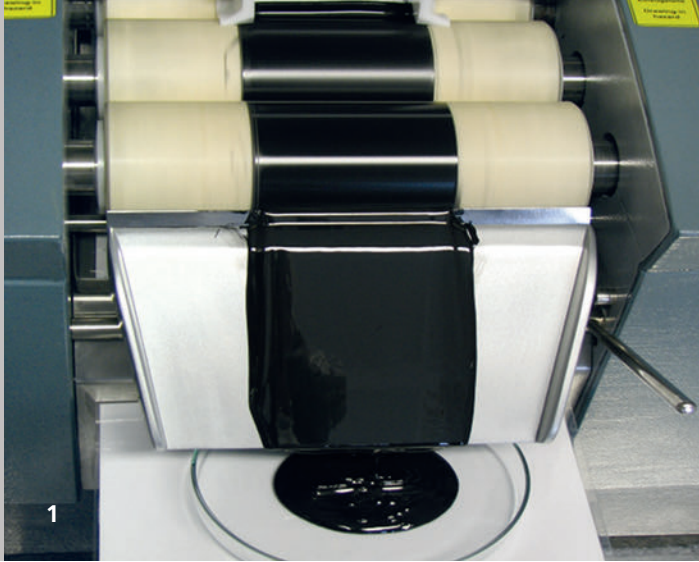
**Hochtemperatur-Elektrochemie
und Katalyse**
Dr. Nikolai Trofimenko
Telefon +49 351 2553-7787
nikolai.trofimenko@ikts.fraunhofer.de



Keramische Energiewandler
Dr. Stefan Megel
Telefon +49 351 2553-7505
stefan.megel@ikts.fraunhofer.de



Werkstoffe MCFC
Dr. Mykola Vinnichenko
Telefon +49 351 2553-7282
mykola.vinnichenko@ikts.fraunhofer.de



LANGZEITSTABILE ELEKTRODEN FÜR SOFC-/SOEC-BETRIEB

Dr. Nikolai Trofimenko, Dr. Mihails Kusnezoff

Die heutigen Energiesysteme kommen nur bedingt mit stochastisch auftretenden regenerativen Energiequellen (Wind, Sonne) zurecht, da die Stromproduktion nicht plan- bzw. vorhersagbar ist und die Speicherung allfälliger Überschussenergie bisher nur in sehr eingeschränktem Ausmaß erfolgen kann. Die Hochtemperaturelektrolyse bietet für diese Problemstellung einen Lösungsansatz mit höchster Effizienz.

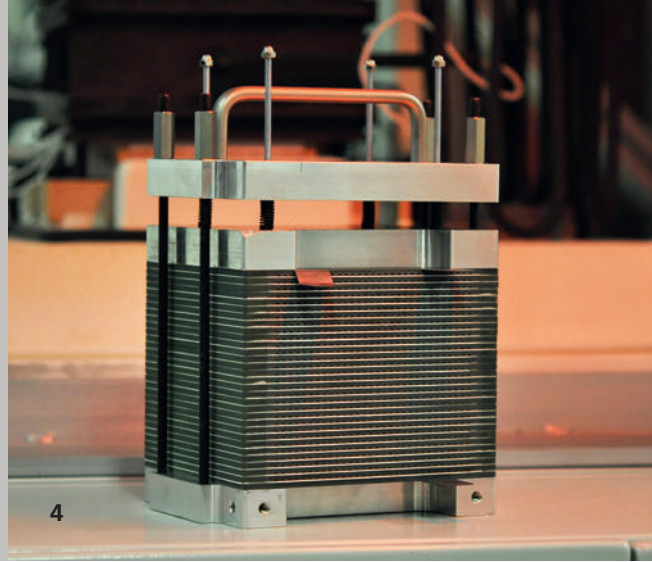
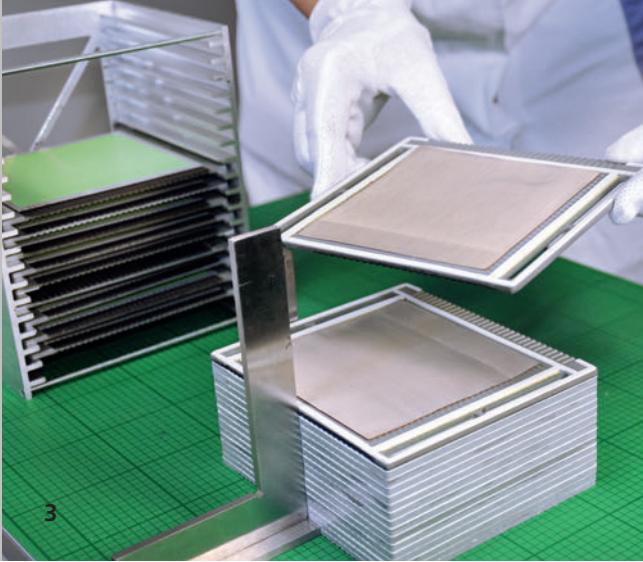
Durch Elektrolyse wird die regenerative Energie lokal direkt in Wasserstoff und nachträglich in ein Synthesegas umgewandelt. Synthesegas kann anschließend direkt in beliebige Kraftstoffe weiterverarbeitet werden. Insbesondere die Produktion von Methan bietet hier vielversprechende Synergien. Damit wird eine direkte Koppelung des Stromnetzes mit dem Erdgas-

netz möglich. Dieser ermöglicht eine signifikant gesteigerte Flexibilisierung des Energiesystems.

Seit Jahren arbeitet das Fraunhofer IKTS an der Entwicklung von Elektroden für elektrolytgetragene Zellen (ESC) auf der Basis von 10Sc1CeSZ-Elektrolyten für den Hochtemperaturbrennstoffzellen-Betrieb (SOFC). Langzeit-, Redox- und Thermozyklbarkeit der neuen Elektrodengeneration auf der Basis einer uLSMM/10ScSZ-Kathode und einer Ni/YSZ-Anode (G1) bzw. Ni/GDC-Anode (G2 und G3) sind mittlerweile in laufenden Projekten durch die Optimierung der Elektrodenzusammensetzung und Schichtdicke realisiert worden. Die Spannungsdegradation im SOFC-Stack liegt bei Einsatz dieser Zellen im Bereich $< 0.6 \text{ \%}/1.000 \text{ h}$.

Reproduktion von ASR für G1, G2 und G3 elektrolytgetragene Zellen für SOFC-Betrieb

	Temperatur in °C	ASR in Ωcm^2	ΔASR in Ωcm^2
G1 Zelle, 210 μm Substratdicke			
	861	0,192	$\pm 0,003$
	805	0,312	$\pm 0,008$
	752	0,542	$\pm 0,011$
	700	1,009	$\pm 0,015$
G2 Zelle, 210 μm Substratdicke			
	858	0,207	$\pm 0,004$
	805	0,352	$\pm 0,008$
	752	0,633	$\pm 0,010$
G3 Zelle, 210 μm Substratdicke			
	860	0,184	$\pm 0,013$
	804	0,321	$\pm 0,022$
	752	0,577	$\pm 0,045$

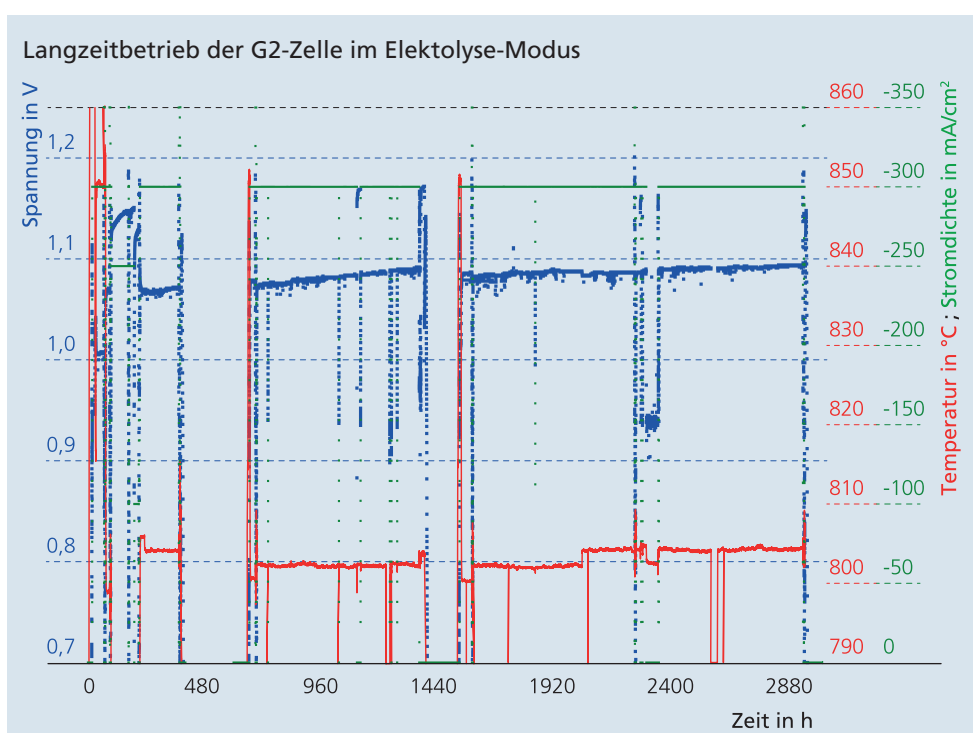


Auch bei kombinierten Redox- und Thermozyklen (sog. Systemzyklen) zeigen die Stacks mit den entwickelten Zellen eine Spannungsdegradation von $< 2,5\%$ pro 38 Zyklen und können in SOFC-Systemen mit hohen Robustheitsstandards eingesetzt werden. Die entwickelten Zelltypen erreichen einen flächennormierten Widerstand von $0,31$ und $0,35 \Omega \text{ cm}^2$ bei $805 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Leistung und Degradation der am IKTS hergestellten ESC-Zellen mit unterschiedlichen Anodenzusammensetzungen auf Basis von NiO/YSZ (G1) und NiO/CGO (G2) wurden im SOEC-Betrieb untersucht. Um die Langzeitstabilität von MEAs nachzuweisen, wurden die Zellen 3.000 Stunden bei $800 \text{ }^\circ\text{C}$ im Betrieb mit einem Wasserstoff/Wasserdampf-Gemisch ($\text{H}_2:\text{H}_2\text{O} = 50:50$) bei einer Stromdichte von 300 mA/cm^2 getestet. Durch die Elektrodenoptimierung der NiO/CGO-Zellen für den Elektrolysebetrieb wurde diese Degradationsrate auf $< 1 \%$ /1000 h über 3000 h gesenkt. Bei der Auswertung der Impedanzspektren wurde eine Zunahme des Zellwider-

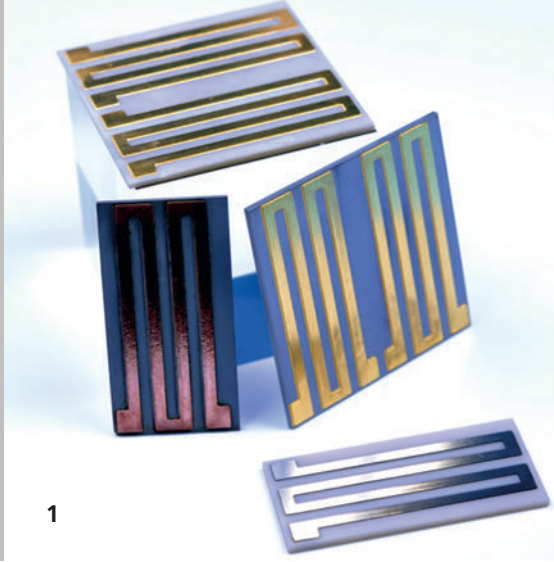
stands, besonders des Ohmschen Anteils, erkennbar. Diese Zunahme ist auf eine Änderung des Kontaktwiderstands zwischen der Kontaktschicht und der Kathode zurück zu führen. Das macht eine Anpassung der Kontaktschicht an die ESC-Kathode zukünftig erforderlich.

Leistungs- und Kooperationsangebot

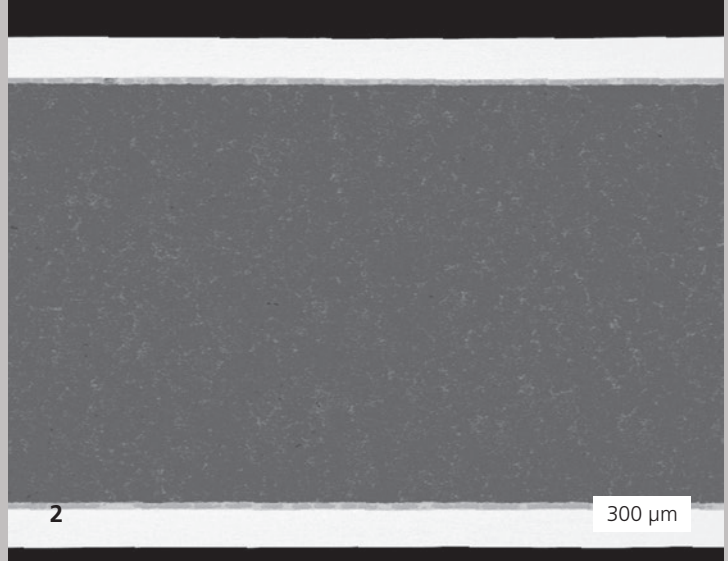
- Optimierung und Herstellung von ESC für SOEC- und SOFC-Betrieb
- Bewertung von Aktivmaterialien bzw. Elektrodenpasten der kommerziellen Anbieter
- Elektrochemische, mikroskopische und mechanische Charakterisierung von SOFC-/SOEC-Zellen
- ESC-Fertigung im Labormaßstab bis hin zum Upscaling für eine Technikumsproduktion



- 1 Pastenaufbereitung für Siebdruck auf einem Dreivalzenstuhl.
- 2 Siebdruck der Elektroden auf ein Elektrolytsubstrat.
- 3 Stapelung eines 30-Ebenen-Stacks.
- 4 Gefügter 30-Ebenen-Stack.



1



2

300 μm

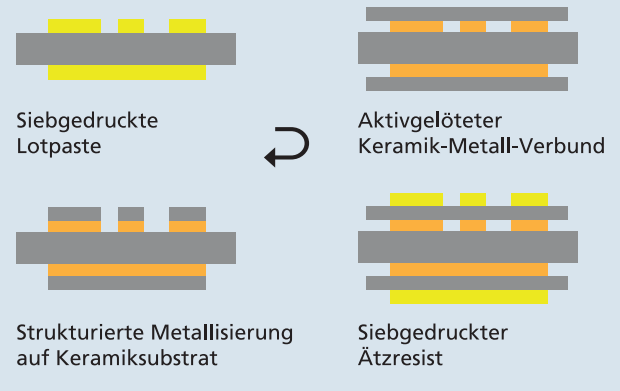
METALLISIERUNG VON NITRIDKERAMIKEN ÜBER AKTIVLÖTPROZESSE

Dipl.-Ing. Andreas Pönicke, Dr. Jochen Schilm

Als Trägersubstrate für Halbleiterbauelemente in der Leistungselektronik (IGBT-Module, Schaltnetzteile, Wechselrichter u. a.) werden hauptsächlich mit Kupfer metallisierte Keramiken eingesetzt. An das Trägersubstrat wird dabei eine Vielzahl von Anforderungen gestellt. Die hohe Verlustwärme, die durch die Leistungsdichte der montierten Halbleiter entsteht, erfordert einen Materialverbund mit einer guten Wärmeleitfähigkeit beziehungsweise einem niedrigen Wärmewiderstand und einer hohen Temperaturwechselbeständigkeit, die vor allem die Lebensdauer des Trägersubstrats bestimmt. Dies kann mit Oxidkeramiken wie z. B. Al_2O_3 nur begrenzt realisiert werden. Eine Alternative stellen Substrate aus Aluminiumnitrid (AlN) oder Siliciumnitrid (Si_3N_4) dar. AlN wird vor allem wegen der Kombination seiner Eigenschaften als elektrischer Isolator und guter thermischer Leiter genutzt. Für Anwendungen mit hoher mechanischer Belastung oder mit sehr schnellen Temperaturwechseln ist Si_3N_4 aufgrund seiner deutlich höheren Biegefestigkeit und besseren Temperaturwechselbeständigkeit anderen Keramiken deutlich überlegen.

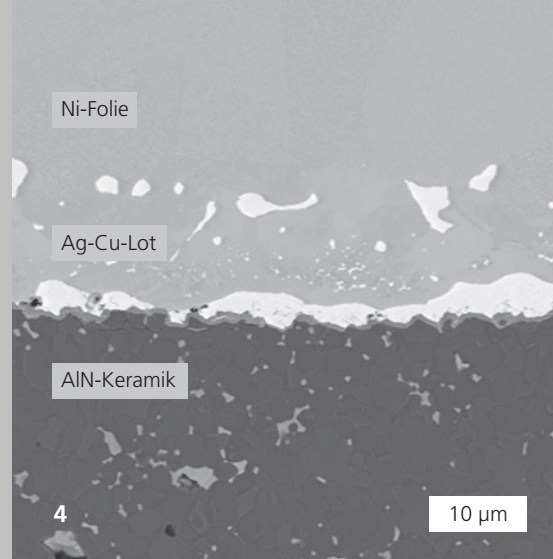
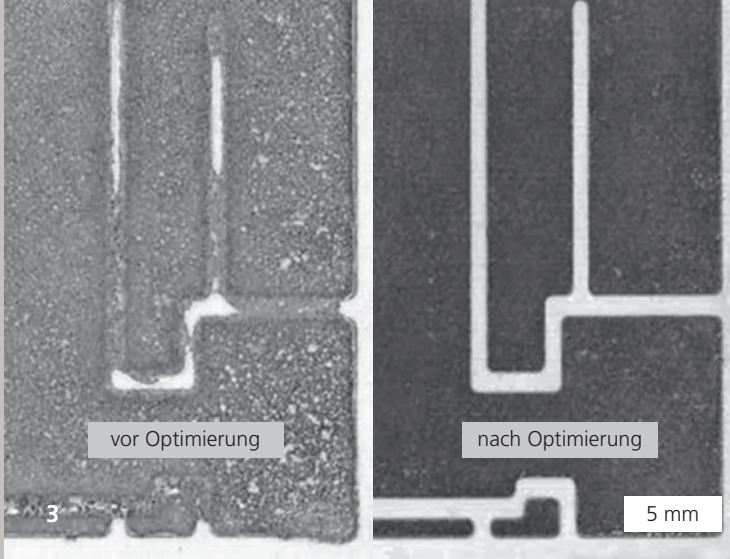
Die Anbindung des Kupfers an die keramischen Substrate erfolgt zurzeit vor allem über das Direct-Copper-Bonding-Verfahren (DCB) ohne zusätzliche Zwischenschichten. Eine Alternative zu DCB stellt das Active Metal Brazing (AMB) dar (Bild 1 und 2). Hierbei erfolgt die Verbindung zwischen Kupfer und Keramik über einen Aktivlötprozess im Vakuum oder Schutzgas. Die Anbindung des Kupfers ist deutlich fester und die Aktivlotphase stellt eine duktile Zwischenschicht dar, was sich in einer überlegenen Temperaturwechselbeständigkeit der AMB-Substrate gegenüber DCB-Substraten niederschlägt. Beim

Prozessschema für die Herstellung strukturierter Keramik-Metall-Verbunde mittels Aktivlötten

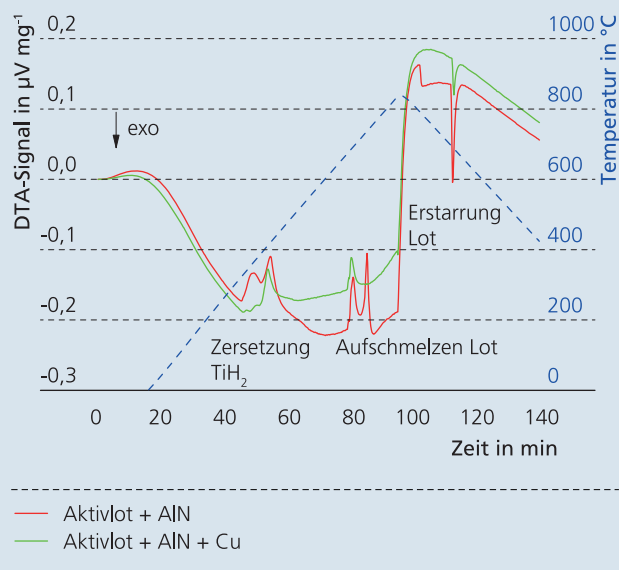


DCB-Prozess erfolgt die Anbindung über eine sprödharte keramische Phase.

Beim Aktivlötten können unterschiedliche Fehler wie Blasenbildung, Delaminationen sowie Verlaufungen des Lots auf den Substraten auftreten. Im Rahmen von Grundlagenuntersuchungen wurden die Ursachen und Mechanismen dieser Lötfehler ermittelt und Gegenmaßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Qualität der AMB-Substrate entwickelt. Dabei wurde der Schmelzprozess des Lotwerkstoffes durch DTA-Untersuchungen und der Einfluss von Prozessparametern beim Aktivlötten auf die Lötfehler mit Ultraschallmikroskopie und REM untersucht.



DTA-Messwerte zur Analyse der Reaktionen zwischen Aktivlot und den zu lötenden Werkstoffen Cu und AlN



Basierend auf diesen Ergebnissen wurden im Labormaßstab systematisch verschiedene Parameter der Lötprozesse variiert:

- Ofenprofile (Argon, Vakuum)
- Vorbehandlung der verwendeten Kupferfolien
- Oberflächenqualität der Keramik-Substrate
- Gehalt der Aktivkomponente Titan im Lot

Durch diese Arbeiten konnte die Zuverlässigkeit des Lötprozesses verbessert und eine Qualitätsverbesserung sowie signifikante Reduktion der Ausschussquote bei der industriellen Herstellung von Verbunden aus Kupfer und Nitridkeramik erreicht werden (Bild 3).

Zusätzlich eröffnet das Aktivlöten die Möglichkeit auch andere Metallisierungen auf Nitridkeramiken zu realisieren und neue Anwendungsfelder für AMB-Substrate zu erschließen. So werden beispielsweise für thermoelektrische Generatoren oxidations- und thermoschockbeständige metallisierte Substrate mit hoher Stromtragfähigkeit der Leiterbahnen benötigt. Die be-

grenze Beständigkeit von Kupfer bei Temperaturen über 150 °C erfordert vor diesem Hintergrund Keramik-Metall-Verbunde mit höherer Oxidationsstabilität. Kupfer kann dabei durch Nickel oder Refraktärmetalle substituiert werden (Bild 4).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Test von Keramik-Metall-Verbunden
- Optimierung von Lotpasten und Löttechnologien
- Siebdruck- und Dispensiertechnologien zum Auftrag von Lotpasten
- Ofentechnologie für Induktions-, Schutzgas- und Vakuumlöten (bis 2400 °C, bis 10⁻⁵ mbar, bis 20 dm³)
- Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung von Lötverbindungen
- Untersuchung der Langzeitstabilität unter Einfluss oxidierender Atmosphäre und in aggressiven Medien (gasförmig und flüssig) bei hohen Temperaturen

1 Metallisierte Nitridkeramiken mit geätzter Leiterbahnstruktur.

2 Schliffbild einer defektfrei aktivgelöteten Metallfolie auf AlN.

3 Lichtmikroskopische Aufnahme von Lotverlaufungen zwischen Leiterbahnstrukturen auf Si₃N₄ (Quelle: CoorsTek Advanced Materials ANCeram Zweigniederlassung der CoorsTek GmbH).

4 REM-Aufnahme der Lötnaht einer mit Nickel metallisierten AlN-Keramik.

FORSCHUNGSFELD ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff

Dr. Christian Wunderlich

ABTEILUNG

SYSTEMINTEGRATION UND TECHNOLOGIE- TRANSFER

Profil

Die Abteilung »Systemintegration und Technologietransfer« bündelt als Schnittstelle zur Applikation und zum Kunden die umfangreichen Werkstoff- und Technologiekompetenzen des Fraunhofer IKTS mit dem Ziel, komplette Energiesysteme zu entwickeln. Den Fokus der Aktivitäten bilden derzeit Brennstoffzellensysteme und Batteriespeicher, aber auch thermoelektrische Generatoren und weitere Energiespeichersysteme werden betrachtet.

Neben der Bearbeitung von isolierten Material- oder Technologiefragen auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette wird damit eine zielgerichtete Systementwicklung auf Grundlage der Markt- und Kundenanforderungen einerseits und der verfügbaren technologischen Optionen andererseits möglich. Durch gezielte Schwerpunktsetzungen auf entscheidende technologische Aspekte in der Material- und Komponentenentwicklung leistet das Fraunhofer IKTS entscheidende Beiträge zur Markteinführung neuer Energiewandlungstechnologien sowie für deren Umwandlungs- und Ressourceneffizienz.

In den Laboren und Werkstätten des Instituts oder in Kooperation mit Kunden kann eine Kleinserienfertigung der Prototypen zur Entwicklung serientauglicher Fertigungs- und Qualitätsprozesse realisiert werden. Damit qualifiziert sich das Fraunhofer IKTS als Komplett-Dienstleister für den gesamten Prozess der Technologieentwicklung und den schrittweisen Wissenstransfer in die Serienentwick-

lung des Kunden. Dieser ganzheitliche Ansatz ermöglicht den industriellen Kunden zudem eine ressourcen- und risikoreduzierte Entwicklung hochinnovativer Produkte und Technologien.

Leistungsangebot

- Systemkonzeption, simulationsgestützte Synthese bis hin zur dynamischen Simulation komplexer Energiewandler und Speichersysteme
- Multikriterielle Optimierung der Systemstruktur nach Pareto-Prinzip auf Basis vom Kunden vorgegebener Funktionsziele
- Prototypenaufbau, Funktionstest und Validierung der Leistungs- und Lebensdauerparameter von Energiesystemen in den speziell dafür ausgestatteten Laboren im Leistungsbe- reich von derzeit wenigen mW bis aktuell ca. 10 kW (Schwerpunkt: Brennstoffzellen- und Batteriesysteme sowie hybride Systeme aus Brennstoffzellen und Batterien)
- Post-mortem Analyse zur Aufklärung von Alterungs- prozessen oder Fehlermechanismen von Lithium-Ionen-Bat- terien und Hochtemperatur-Brennstoffzellen
- Prüfstandsbaue und -betrieb zur Untersuchung spezieller Fragestellungen u. a. im Hochtemperaturbereich
- Realisierung von Prototypenfertigung und QS-Prozessen im Werkstatt-, Technikums- oder Fabrikmaßstab



Abteilungsleiter

Systemintegration und Technologietransfer

Dr. Christian Wunderlich

Telefon +49 351 2553-7232

christian.wunderlich@ikts.fraunhofer.de



Systemkonzepte

Dipl.-Ing. Thomas Pfeifer

Telefon +49 351 2553-7822

thomas.pfeifer@ikts.fraunhofer.de



Validierung

Dipl.-Ing. (FH) Jens Baade

Telefon +49 351 2553-7338

jens.baade@ikts.fraunhofer.de



Energiespeichersysteme

Dr. Mareike Wolter

Telefon +49 351 2553-7971

mareike.wolter@ikts.fraunhofer.de



EFFIZIENTE KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG IN DER MW-KLASSE

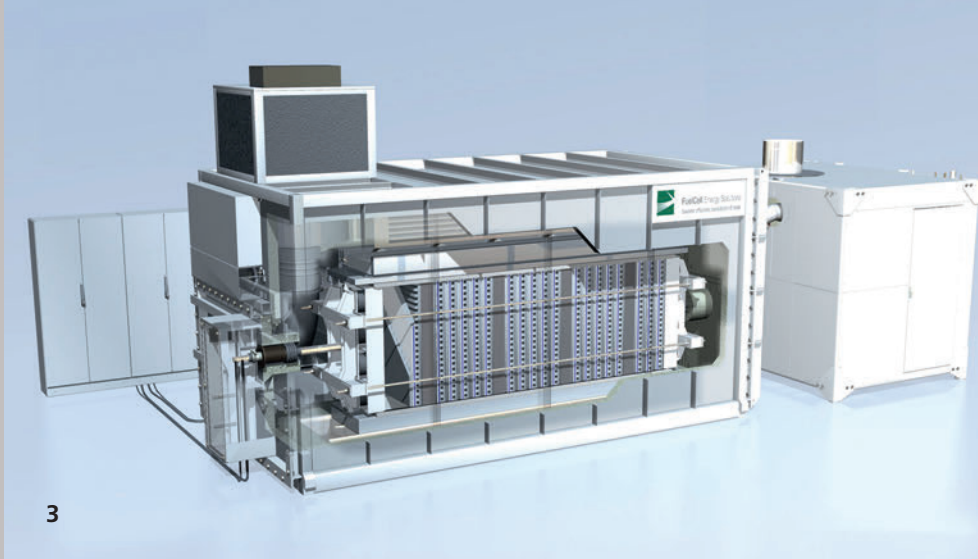
Dr. Christian Wunderlich, Andreas Frömmel (FCES GmbH)

Seit Juni 2012 ist das Fraunhofer IKTS mit 25% der Anteile am Gemeinschaftsunternehmen Fuel Cell Energy Solutions GmbH (FCES) mit Sitz in Dresden beteiligt. Partner in diesem Joint Venture ist die amerikanische Fuel Cell Energy, Inc. (NASDAQ: FCEL), ein weltweit führender Hersteller effizienter und zuverlässiger Brennstoffzellen-Anlagen. Das Fraunhofer IKTS hat u.a. mehr als 80 Patentfamilien in das Joint Venture eingebracht. In einem ersten gemeinsamen Projekt liefert das IKTS einen MCFC-Stack, der künftig die Stromversorgung des BMBF-Neubaus in Berlin sichert. Das Produktportfolio der FCES GmbH umfasst Direkt-Brennstoffzellen-Kraftwerke (DFC®) im Leistungsbereich von 250 kW bis 2,8 MW. Die Anlagen können zu größeren Brennstoffzellenparks kombiniert werden.

Bei der durch FCES genutzten Brennstoffzellentechnologie handelt es sich um eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC). In dieser Technologie können extrem große Brennstoffzellenstapel realisiert werden; die Technologie ist daher für den effizienten Grundlastbetrieb in der MW-Klasse prädestiniert. Die Marke »Direct Fuel Cell« DFC® deutet auf die direkte Reformierung von Kohlenwasserstoffen im Brennstoffzellenstapel hin. Das ist eine entscheidende Voraussetzung um das thermische Management der großen Stapel zu realisieren.

MCFC-Brennstoffzellensysteme erzeugen effizient, zuverlässig und sauber Strom und Hochtemperaturwärme. Dadurch weisen diese Brennstoffzellen-Anlagen eine sehr geringe Schadstoffemission (nahezu kein NOx, SOx) aus, was im Ergebnis die ultra-saubere Erzeugung von Strom ermöglicht. Der elektrische Anlagenwirkungsgrad beträgt aktuell ca. 47 %. Durch Nutzung der aus dem kombinierten Wärme- und Stromerzeugungsverfahren (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) entstandenen Wärme kann ein Gesamtwirkungsgrad von über 90 % erreicht werden. Diese hohe Effizienz reduziert die Kraftstoffkosten und Kohlendioxidemissionen. Die Erzeugung von Strom und Wärme mit derselben Treibstoffeinheit erhöht die Wirtschaftlichkeit und fördert gleichzeitig die Nachhaltigkeit. MCFC-Anlagen sind aufgrund ihres Temperaturniveaus und ihrer Technologie neben dem Erdgasbetrieb ebenso optimal für den Einsatz von Biogas geeignet. Die Abwärme auf einem Temperaturniveau von 400 °C kann nicht nur als Prozessdampf sondern auch in Ab- bzw. Adsorptionskälteaggregaten genutzt werden.

Durch die Kooperation mit dem Fraunhofer IKTS plant die FCES GmbH nicht nur die Erschließung und Erprobung neuer Einsatzfelder für diese Technologie, wie z. B. die Erprobung von Anlagen mit paralleler Wasserstofferzeugung. Ein weiterer, kurzfristig noch wichtigerer Forschungsschwerpunkt ist die Erhöhung der Lebensdauer des Stackmoduls von 5 auf 7, in



der weiteren Perspektive auf 10 Jahre. Diese Maßnahme ist entscheidend für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb über einen Zeitraum von 20 Jahren, weil der geplante Stackaustausch in den Full-Service-Kosten einkalkuliert ist. Für den Anlagenutzer werden im Erfolgsfall Stromgestehungskosten unter Netzniveau realisierbar. Das Fraunhofer IKTS wird die angewandte Forschung zur MCFC-Kerntechnologie unter Nutzung der langjährig entwickelten Kompetenzen Pulververarbeitung, Schlickerentwicklung, Charakterisierung von Brennstoffzellen und Zellstapeln sowie Simulation auf breiter Front fortführen.

Direkt-Brennstoffzellen-Kraftwerke sorgen für kontinuierliche Energieversorgung und können bereits heute überall dort installiert werden, wo Energie benötigt wird – ob verbrauchsnahe oder zur Netzunterstützung per Einspeisung. Das Zusammenspiel von geringster Umweltbelastung, kleinen Standflächen und leisem, vibrationsfreiem Betrieb ermöglicht problemlos einen innenstädtischen Anlagenbetrieb.

Damit stehen erstmals in Europa zuverlässige Brennstoffzellenkraftwerke in der MW-Klasse zur Verfügung. DFC®-Systeme sind damit die Anlagenklasse unter den Brennstoffzellen, die für den Umbau der Energieversorgung zu einer dezentralen, primär mit erneuerbaren Energien betriebenen Infrastruktur kurzfristig einen relevanten Beitrag leisten können.

Das Vertriebsgebiet der deutschen FCES GmbH umfasst Europa mit den angrenzenden Regionen im Nahen Osten, Nordafrika und Russland.

Weltweit sind bereits mehr als 80 DFC-Anlagen im Einsatz. Über 300 MW-Brennstoffzellenleistung sind installiert bzw. fest beauftragt.

Für das Fraunhofer IKTS bedeutet die Kooperation mit der FCES GmbH und Fuel Cell Energy, Inc. einen zusätzlichen Schub in der Entwicklung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Erkenntnisse bezüglich der Systemkomponenten für große Brennstoffzellen und des Baus größerer Stackmodule sind teilweise direkt auf die IKTS-Entwicklungen im Bereich der SOFC-Technologie übertragbar. Die führende Rolle des Instituts auf diesem Gebiet in Europa wird noch einmal gestärkt.

- 1 Luftbild 2,8 MW-DFC-Anlage in Incheon, Korea (Quelle FCE, Inc.).
- 2 1,4 MW-Anlage mit Biogasbetrieb in South Bay, California (Quelle FCE, Inc.).
- 3 Schnittbild 400 kW-Brennstoffzellenanlage (Quelle FCES GmbH).
- 4 350 kW-Brennstoffzellenstapel und MCFC-Einzelzelle.



ENERAMIC® – ENTWICKLUNGSSTAND UND PROTOTYPENERPROBUNG DES SOFC-SYSTEMS

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Reuber, Dipl.-Ing. (FH) Jens Baade, Dr. Christian Wunderlich

Ziel der eneramic®-Entwicklung ist der feldtestfähige Prototyp eines mobilen Brennstoffzellengeräts für die netzferne Stromversorgung. Das Gerät ist als Batterie-Hybrid ausgelegt und stellt daher für Anwendungen im Bereich der Verkehrs-, Sicherheits- und Telekommunikationstechnik oder auch im Freizeitbereich eine effiziente und langlebige Alternative zu bestehenden Technologien dar. eneramic®-Systeme sind eigens für diese Märkte konzipiert und werden daher mit Propangas oder LPG, einem günstigen und weltweit verfügbaren Kraftstoff hoher Energiedichte betrieben. Im Nennbetrieb liefert das Aggregat eine Netto-Dauerleistung von 100 W_{el} auf dem 12 V-Spannungsniveau. Es wird eine Lebensdauer von mindestens 5000 Betriebsstunden bei 300 Start-Stopp-Zyklen angestrebt.

Entwicklungskonzept

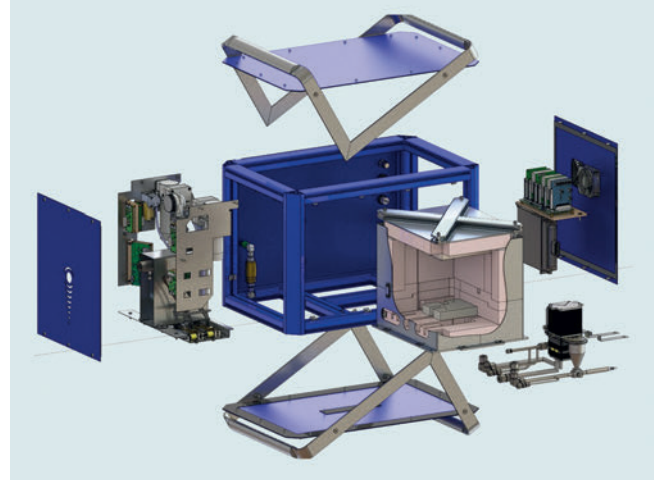
Im eneramic®-System kommt als Kernkomponente eine planare Festoxid-Brennstoffzelle (engl. SOFC) zum Einsatz. Der Zellstapel (Stack) wurde eigens für portable Anwendungen ausgelegt und zeichnet sich durch einen einfachen Aufbau und eine kompakte Bauform aus. Im Stack und seinen Komponenten stecken fast 20 Jahre Technologieerfahrung des Fraunhofer IKTS.

Alle verfahrenstechnischen Systemkomponenten für die Gas-konditionierung, das thermische Management und auch das elektrische Wandler-system sind im Rahmen des M3-Stiftungsprojekts am IKTS entstanden und werden mittlerweile in Kleinserien für die Prototypenerprobung konstruiert, aufgebaut und getestet. Inzwischen werden eneramic®-Kernbaugruppen re-

produzierbar, mit einer Abweichung von +/- 1,4 % ihrer Bruttoleistung, gefertigt.

Aus den Betriebserfahrungen wurde ein Steuerungskonzept abgeleitet und in Laborversuchen validiert, welches das Gerät nach kurzer Aufheizung in den Nennbetriebspunkt überführt. Die gesamte Entwicklung wird durch ein umfangreiches Patentcluster für Komponenten und System geschützt.

Explosionsdarstellung des eneramic®-Systems mit seinen Kernbaugruppen



Zertifizierungsprozess

Die Norm IEC62282-3-1 bildet die Grundlage für die Erarbeitung des Sicherheitskonzepts. Mit der Moderation des Projekts durch den Zertifizierungspartner TÜV Süd wird sichergestellt,

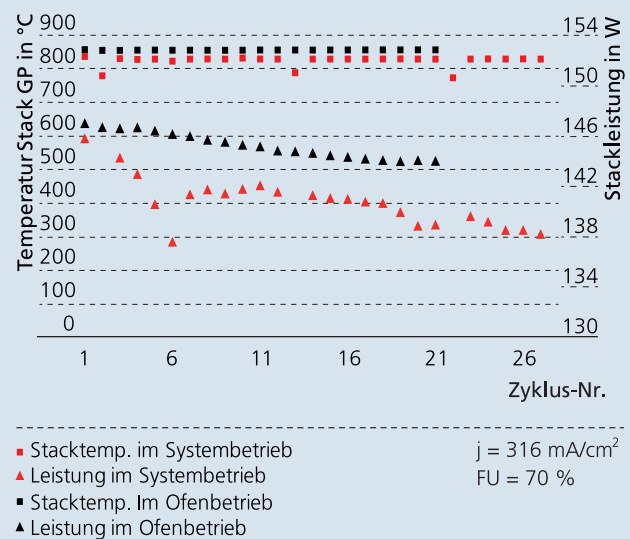


dass bei einer späteren Industrialisierung ein anforderungsge-
rechtes Sicherheitskonzept vorliegt. Eingangs wurden die Risi-
ken in einer System-FMEA systematisch dokumentiert und die
erforderlichen Maßnahmen für das Sicherheitskonzept abge-
leitet. Trotz der frühen Entwicklungsphase sind diese Maßnah-
men im Steuerungskonzept der Prototypen bereits berücksich-
tigt, wodurch das Systemkonzept auch aus der Perspektive
»Sicherheit« bestätigt ist.

Ergebnisse der Prototypentests

Im Versuch wird momentan auf der Ebene der Stack-Kompo-
nente, der Kernbaugruppe und der autarken Prototypengeräte
getestet. Erste Ergebnisse der automatisierten Start-Stopp-Zy-
klen unter realen Betriebsbedingungen weisen eine Beständig-
keit von 0,3 % Leistungsverlust pro Zyklus aus. Inzwischen
sind Laufzeiten von bis zu 3000 Stunden für die Kernbau-
gruppe im Dauerbetrieb erreicht, wobei die Degradation in der
neuesten Generation auf weniger als 1 % pro 1000 Stunden
gesunken ist. Seit Mai 2012 laufen autarke Prototypen im au-
tomatisierten Dauerbetrieb unter Laborbedingungen. Weil die
gesamte Wertschöpfungskette dieser Entwicklung am IKTS ab-

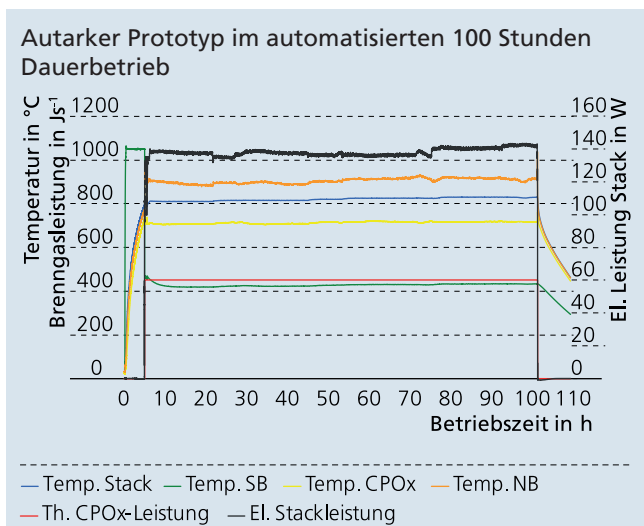
Alterung von Stack und System nach mehreren Start- Stopp-Zyklen



gedeckt wird, fließen die Erkenntnisse der Systemtests direkt
in die Entwicklung der nachfolgenden Stack- und Systemgene-
ration ein bzw. lassen sich auf ähnliche Entwicklungsprojekte
übertragen.

Eine Produktentwicklung und Serienproduktion von anwen-
dungsspezifischen Varianten des eneramic®-Systems wird
angestrebt. Das Fraunhofer IKTS steht zusätzlich als Entwick-
lungspartner und Dienstleister bei der Entwicklung von Brenn-
stoffzellensystemen unterschiedlicher Leistung zur Verfügung.

- 1 Anwendungsgebiet
Verkehrstechnik.
- 2 Systemprototyp mit 3 kg
Gasflasche.
- 3 Prototyp bei der Montage.
- 4 Automatisierter Mehrfach-
test im Labor.



FORSCHUNGSFELD INTELLIGENTE MIKROSYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Andreas Schönecker

Dr. Uwe Partsch

ABTEILUNG

INTELLIGENTE MATERIALIEN UND SYSTEME

Profil

Die Abteilung »Intelligente Materialien und Systeme« befasst sich mit der Entwicklung und Integration dielektrischer Funktionskeramiken in Bauelemente, Mikrosysteme und aktive Strukturen. Die Bearbeitungstiefe reicht dabei von der Werkstoffsynthese bis zum Funktionsnachweis in prototypischen Systemen.

Bei der Lösung applikativer Fragestellungen werden Koppeleigenschaften elektrokeramischer Werkstoffe, Funktionsverdichtung über Werkstoffverbunde sowie Komponentenanpassung an die Systemumgebung genutzt.

Langjährige Werkstoffkompetenz besteht für Komplexperowskite, die als piezoelektrische, ferroelektrische bzw. dielektrische Hochleistungskeramiken Träger aktorischer, sensorischer und elektronischer Funktionen in monolithischen Bauelementen und Werkstoffverbunden mit Polymeren, Metallen, Gläsern und weiteren Keramiken sind. Dickschicht-, Multilayer- und Piezokomposittechnologien sind als geschlossene technologische Ketten für die Projektbearbeitung verfügbar. Durch das Attract-Vorhaben »Werkstoffmechanik der Funktionskeramiken« werden diese Kompetenzen zukünftig durch die gezielte Untersuchung und Einstellung der elektromechanischen Kopplung im intelligenten Material und System ergänzt.

Zur Darstellung von Dünnschichten werden CVD-, PVD- und Sol-Gel-Verfahren sowie das reaktive Ionenätzen für die Strukturierung eingesetzt. Auf Basis dieses Technologieportfolios können neue Werkstofflösungen für die Halbleitertechnologie und den Verschleißschutz erarbeitet werden. Im Hinblick auf Anwendungen im System werden Entwurfs- und Charakterisierungstools entwickelt und eingesetzt, die die Wechselwirkung piezoelektrischer Wandler mit elektronischen Schaltungen sowie mit mechanischen und akustischen Teilsystemen beschreiben. Dies erlaubt innovative Entwicklungen in der Piezotechnik, Adaptronik/Mechatronik und Ultraschalltechnik.

Leistungsangebot

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung dielektrischer Funktionskeramiken
- Technologieentwicklungen auf Basis funktionskeramischer Pulver, Fasern und Schichten
- Komponenten- und Bauteilentwicklung für spezifische Applikationen in der Sensorik, Aktorik, Ultraschalltechnik, Elektronik, im Verschleißschutz und funktionsintegrierten Leichtbau
- Modellierung und Simulation auf Werkstoff-, Bauteil- und Systemebene
- Charakterisierung di-, piezo- und ferroelektrischer Funktionseigenschaften
- Vibrations- und Schallfeldmessungen
- Wissenschaftlicher Gerätebau für Spezialausrüstungen



Abteilungsleiter

Intelligente Materialien und Systeme

Multifunktionale Werkstoffe und Bauteile

Dr. Andreas Schönecker

Telefon +49 351 2553-7508

andreas.schoenecker@ikts.fraunhofer.de



Funktionsschichten für Mikroelektronik und Verschleißschutz

Dr. Ingolf Ender

Telefon +49 351 2553-7693

ingolf.ender@ikts.fraunhofer.de



Piezosysteme

Dipl.-Ing. Thomas Rödiger

Telefon +49 351 2553-7709

thomas.roedig@ikts.fraunhofer.de



Angewandte Werkstoffmechanik

Dr. Peter Neumeister

Telefon +49 351 2553-7372

peter.neumeister@ikts.fraunhofer.de



OXIDKERAMISCHE TARGETS FÜR INTEGRIERTE DÜNNSCHICHTEN

Dr. Andreas Schönecker, Dr. Sylvia Gebhardt

In der Arbeitsgruppe »Multifunktionale Werkstoffe und Bauteile« des Fraunhofer IKTS werden funktionskeramische Werkstoffe synthetisiert, die u. a. für die Speicherung von Energie und Informationen, die Energiewandlung sowie für integrierte optische, akustische und elektronische Komponenten in Mikrosystemen geeignet sind. Vorstufe für die Abscheidung funktionskeramischer Schichten mittels physikalischer Methoden, wie Sputtern oder Laserdeposition (PLD), sind keramische Targets, die auf die verwendeten Anlagen und Prozessfenster abgestimmt werden müssen.

Generelle Anforderungen an die Targets sind hohe Dichte (> 96 % theoretische Dichte), Anpassung der Bruttozusammensetzung an die tatsächliche chemische Zusammensetzung der daraus hergestellten Schicht, chemische Homogenität, gleichmäßiges Gefüge und Vermeidung grober Defekte. Die Targets werden in unterschiedlichen Abmaßen benötigt, typischerweise in Zylinderform von 25 mm (1 Zoll) Durchmesser in der Entwicklungsphase, bis 150 mm (6 Zoll) und größer in der Produktionsphase. Die Dicke ist in der Regel auf < 12 mm (0,5 Zoll) begrenzt. Zielstellung des vorliegenden Projekts war

es, Fertigungsketten für die Herstellung keramischer Targets aus ferroelektrischen Komplexperowskiten zu erproben. Insbesondere sollten die Zusammenhänge zwischen Pulversynthese, Granulierung, Pressparametern und der erhaltenen Targetqualität aufgedeckt werden. Als Beispiele wurden Materialzusammensetzungen der ferroelektrischen Mischsysteme Bleizirkonattitanat (PZT), Bleimagnesiumniobat-Bleititanat (PMN-PT) und Bariumtitanat (BT) gewählt.

Ergebnisse

Ausgangspunkt des Herstellungsprozesses sind Oxide definierter Reinheit in den erforderlichen Mischungsverhältnissen. Die Pulver werden in einer Suspension gemischt, anschließend getrocknet, kalziniert und zu einem pressfähigen Granulat aufbereitet.

Für die Herstellung pressfähiger Granulate wurden geeignete Binde- und Gleitmittel evaluiert. Die kalzinierten Pulver wurden in der Suspension mit den Zusätzen umhüllt und über Sprühtrocknung zu einem rieselfähigen Granulat verarbeitet. Dafür

Überblick zu den hergestellten und lieferbaren oxidkeramischen Targets

Werkstoff	Zusammensetzung	Maß (grün)	Maß (gesintert)
BT	BaTiO ₃	lxb = 124 x 124 mm ²	lxb = 100 x 100 mm ²
PZT	Pb _{1,025} Zr _{0,2} Ti _{0,8} O _{3,025}	d = 160 mm	d = 134 mm
	Pb _{1,025} Zr _{0,3} Ti _{0,7} O _{3,025}	d = 160 mm	d = 136 mm
	Pb _{1,025} Zr _{0,52} Ti _{0,48} O _{3,025}	d = 160 mm	d = 138 mm
PMN-PT	0,67 Pb ₃ MgNb ₂ O ₉ -0,33 PbTiO ₃	d = 30 mm	d = 25 mm
		d = 160 mm	d = 130 mm



konnten am Fraunhofer IKTS geeignete Sprühtrockner eingesetzt werden.

Die keramischen Grünkörper wurden durch uniaxiale Pressformgebung hergestellt. Es wurden Pressen unterschiedlicher Konstruktion erprobt und Matrizen folgender Größe eingesetzt: $d = 30 \text{ mm}$, $d = 160 \text{ mm}$, $l \times b = 124 \text{ mm} \times 124 \text{ mm}$. Anschließend erfolgte die Sinterung unter kontrollierter Atmosphäre mit optimierter Anordnung im Ofen und gesteuertem Temperatur-Zeit-Regime. Die Formulierung der Pulvermischungen berücksichtigte die Zielvorgabe und besondere Anforderungen der Synthese. Beim PZT wurde das Zr/Ti-Verhältnis systematisch im Bereich $Ti = 0,48\text{--}0,8$ variiert. Bis auf die Ti-reiche Zusammensetzung $Ti = 0,8$ ließen sich defektfreie Targets herstellen.

Zur Herstellung des PMN-PT der Zusammensetzung 0,67 PMN-0,33 PT wurde die Kolumbitroute gewählt, um Pyrochlorphasen in der Keramik zu vermeiden.

Beim Bariumtitanat wurde insbesondere beachtet, dass die dielektrischen Kennwerte, wie der Temperaturverlauf der Dielektrizitätszahl und die Curie-Temperatur, reproduzierbar eingehalten werden, was die Kontrolle der Reinheit und des Gefüges bedeutete.

Abschließend erfolgte eine mechanische Bearbeitung der gesinterten Bauteile mittels Schleifen und Sägen, welche die Einhaltung der Konturmaße auf $< 100 \mu\text{m}$ -Genauigkeit garantierte.

Die Targetherstellung wird durch qualifizierte Prüf- und Charakterisierungsmethoden begleitet, die für eine reproduzierbare Bauteilherstellung mit gleichen Eigenschaften sorgt. Zur Pulver- und Suspensionscharakterisierung wurden Partikelgrößen- und BET-Analyse eingesetzt. Die keramischen Wafer wurden nach Bedarf auf Phasenbestand, chemische Reinheit, Dichte und Gefügeausbildung überprüft.

Leistungs- und Kooperationsangebot

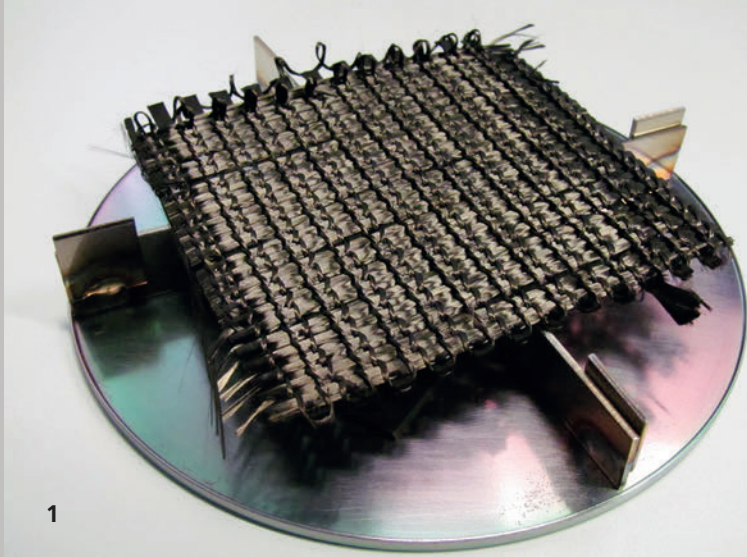
- Technologieentwicklung für oxidkeramische Targets
- Anpassung an Kundenanforderungen
- Herstellung und Lieferung spezifizierter Muster

1 PMN-PT-Targets, Durchmesser = 25 mm.

2 BaTiO_3 -Target, Länge x Breite = 100 mm x 100 mm.

3 PZT-Ausgangspulver.

4 Pulveraufbereitung in der Planetenkugelmühle.



BESCHICHTUNG VON KOHLENSTOFF-FASERGEWEBEN MITTELS CVD UND ALD

Dr. Mandy Höhn, Dipl.-Phys. Mario Krug, M.Sc. Alfaferi Zainal Abidin

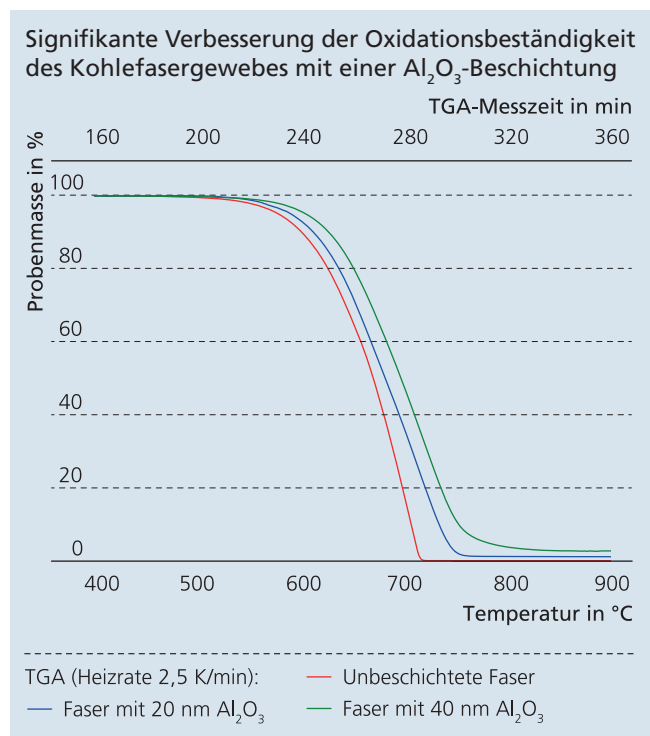
Motivation

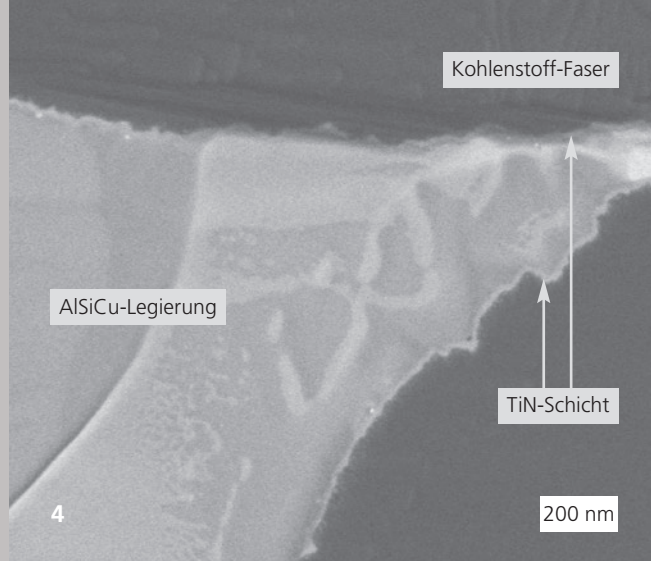
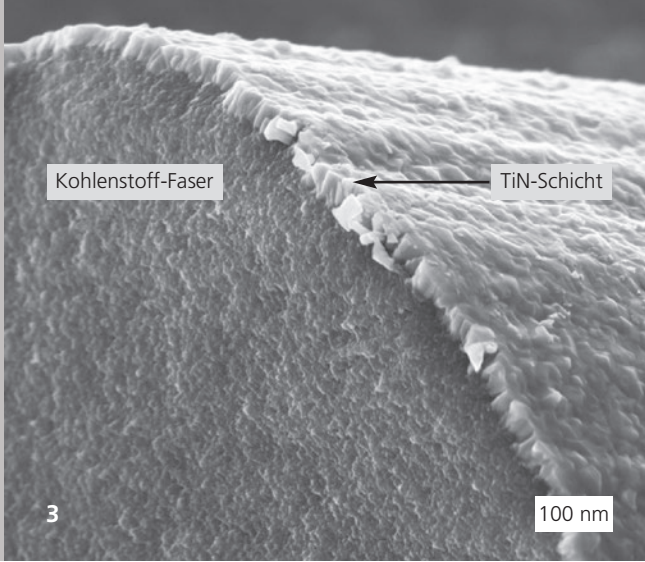
In Leichtbau-Anwendungen werden bevorzugt faserverstärkte Materialien eingesetzt, um die komplexen Applikationsanforderungen zu erfüllen. Neben einem geringen Gewicht müssen die verwendeten Materialien auch hohen mechanischen Belastungen standhalten. Bei der Flüssigphaseninfiltration kommen die unbeschichteten Kohlenstofffasern bei hohen Temperaturen mit den chemisch aggressiven Metallschmelzen in Kontakt. Es können Grenzflächenreaktionen wie z. B. eine Karbidbildung mit Bestandteilen der metallischen Schmelze auftreten. Diese Reaktionen können bis hin zur Auflösung der Fasern in der Metallmatrix führen. Zur Verringerung bzw. Vermeidung dieser unerwünschten Effekte werden die Kohlenstoffaserge-webe mit einer zusätzlichen Schutzschicht versehen.

Ergebnisse

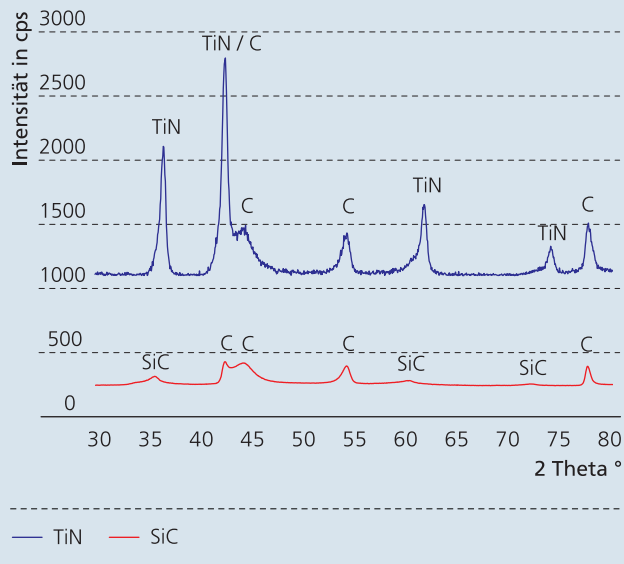
Im Fraunhofer IKTS stehen verschiedene Abscheidungsverfahren zur Herstellung von Schutzschichten auf Kohlenstoffaserge-weben zur Verfügung. Mittels chemischer Gasphasen-abscheidung (CVD) und der Atomlagenabscheidung (ALD) können Schutzschichten homogen auf textilen Geweben aufgebracht werden. Beim ALD-Prozess werden die Precursoren sequenziell, getrennt durch Spülgaspulse, zugeführt. Mit dem ALD-Prozess können oxidische Schichten wie Aluminiumoxid (Al_2O_3) bei niedriger Substrattemperatur (220 °C) mit den Precursoren Trimethylaluminium (TMA) und Ozon oder Wasser hergestellt werden. Durch Einstellung der Anzahl der Precursorpulse kann die Schichtdicke gezielt eingestellt werden. Die

niedrige Temperaturbelastung der Kohlenstoffaserge-webe wirkt sich positiv auf den Erhalt der Zugfestigkeit der Fasern aus. Schon 20 nm dicke Al_2O_3 -Schichten verbessern die Oxidationsbeständigkeit des Kohlenstoff-Fasergewebes signifikant, wie thermogravimetrische Analysen (TGA) in der unteren Abbildung verdeutlichen. Eine weitere Erhöhung der Oxidationsbeständigkeit wird mit einer 40 nm dicken Al_2O_3 -Schicht erreicht. Mittels Röntgenstrukturanalyse wurde gezeigt, dass die abgeschiedenen Schichten amorph sind und erst ab einer Temperatur von 800 °C die Kristallisierung einsetzt.





Röntgenographische Phasenanalyse der mit CVD abgeschiedenen TiN- und SiC-Schichten



Eine weitere Variante sind TiN-Schutzschichten, die mittels CVD aufgebracht werden. Bei diesem Prozess wird TiN mit einer Gasmischung aus $TiCl_4$, N_2 und H_2 abgeschieden. Eine homogene Schichtverteilung innerhalb des Gewebes wird bei Beschichtungstemperaturen von 850 °C durch gezielte Einstellung der Gasflüsse und des Prozessdrucks erreicht. Die Schichtdicke kann zwischen 20 und 100 nm eingestellt werden. Die Bruchkante einer 100 nm dicken TiN-Schicht ist in Bild 3 dargestellt. Die so hergestellten Schichten sind kristallin (siehe XRD-Analyse in der Grafik oben) mit einer Kristallitgröße von 80 bis 100 nm.

Die TiN-Beschichtung vermindert die Zugfestigkeit der Kohlenstofffasern. Eine dünne TiN-Schicht mit einer Schichtdicke von 25 ± 10 nm zeigt im Mittel einen Abfall der Zugfestigkeit auf 2,2 GPa im Vergleich zu 3,9 GPa einer unbeschichteten Faser. TiN-beschichtetes Kohlenstofffasergewebe konnte erfolgreich mit einer AlSiCu-Legierung infiltriert werden. Dabei ist die Benetzbarkeit der TiN-Schicht mit der Legierung sehr gut. Wie Bild 4 zeigt, bleibt die TiN-Beschichtung als Schutzschicht für

die Kohlenstofffasern erhalten. Die Kohlenstofffasern sind ohne sichtbare Defekte vollständig umhüllt.

Ebenfalls mit dem CVD-Verfahren werden Schutzschichten aus SiC hergestellt. Die Abscheidung erfolgt mit einer Gasmischung aus $SiCl_4$ oder Si_2Cl_6 , C_2H_4 und H_2 . Um eine möglichst homogene Schichtdickenverteilung innerhalb des Fasergewebes zu erreichen, muss ein bestimmtes Prozessfenster bezüglich Abscheidungstemperatur und Druck eingehalten werden. Eine Absenkung der Temperatur erhöht die Homogenität der Schichtdicke und führt zu nanokristallinen und teilweise amorphen SiC-Schichten wie in der Grafik links dargestellt ist. Es ist auch möglich, die Schichten als Gradienten- und als Mehrschichten abzuscheiden.

Danksagung

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen eines deutsch-polnischen Verbundprojekts erzielt, das von der DFG finanziell gefördert wurde (DFG EN 302/2-1).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von CVD- und ALD-Prozessen
- Musterbeschichtungen zur Produktentwicklung
- Komplexe Charakterisierung der abgeschiedenen Schichten

- 1 Fasergewebe beschichtet mit einer ALD- Al_2O_3 -Schicht.
- 2 ALD 100-Beschichtungsanlage.
- 3 Bruchkante einer TiN-beschichteten Faser.
- 4 TiN-beschichtetes Kohlenstofffasergewebe infiltriert in eine Al-Legierung.

FORSCHUNGSFELD INTELLIGENTE MIKROSYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Andreas Schönecker

Dr. Uwe Partsch

ABTEILUNG

HYBRIDE MIKROSYSTEME

Profil

Die Entwicklung funktionskeramischer Werkstoffe, miniaturisierter Komponenten und Systeme steht im Fokus der Abteilung »Hybride Mikrosysteme«. Die Anwendungen liegen in den Bereichen Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) für Elektronik und Leistungselektronik, Sensorik sowie Energietechnik (Mikrobrennstoffzellen, Batterietechnik und Photovoltaik).

Neben der Entwicklung kundenspezifischer Pasten und Tinten für klassische Anwendungen der Hybridelektronik (z. B. Leit-, Widerstands- und Abdeckpasten für AlN) profitieren unsere Kunden vom umfangreichen Werkstoff-Know-how bei der Entwicklung bzw. Adaptierung z. B. von Magnetwerkstoffen sowie nichtlinearen Dielektrika und Widerständen (PTC, NTC). Eine besondere Kompetenz stellt die Möglichkeit dar, eigene applikationsspezifische Gläser zu entwickeln und herzustellen, welche als funktionsentscheidende Komponenten in Pasten, Tinten und Folien zum Einsatz kommen.

Für die strukturierte Abscheidung von Funktionsschichten können neben der klassischen Siebdrucktechnologie weitere maschinenbasierte (Schablonen- und Gravurdruck) und digitale Druckverfahren (Aerosol- und Inkjet-Druck) entsprechend der Applikationserfordernisse eingesetzt werden. Die minimale laterale Auflösung dieser Druckverfahren liegt bei $< 10 \mu\text{m}$.

Einen Schwerpunkt unserer Aktivitäten stellt das »Kompetenzzentrum Folien gießen« dar. Am Standort Hermsdorf besteht im Technikumsmaßstab die Möglichkeit der Entwicklung und Fertigung kundenspezifischer keramischer Folien. Entsprechend der

Anforderungen an die Folien und Eigenschaften der eingesetzten Schlicker werden unterschiedliche Gießverfahren genutzt (z. B. Doctor-Blade, Comma-Bar und Slot-Die).

Für die Weiterverarbeitung der keramischen Folien zu 3D-strukturierten Komponenten steht am Fraunhofer IKTS eine komplette keramische Multilayertechnologielinie (LTCC, HTCC) zur Verfügung. In Kooperation mit Industriepartnern werden zudem zwei Technika betrieben, in denen entwickelte Werkstoffe und Prozesse im semiindustriellen Umfeld mit Kunden getestet und optimiert werden können (PV-Technikum mit Roth & Rau AG, Batterietechnikum mit Thyssen-Krupp System Engineering GmbH).

Auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik bieten wir unseren Kunden ein breites Spektrum an Technologien zur elektrischen Kontaktierung (Lotten, Kleben, Bonden) sowie zur mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierung von elektrischen Verbindungen an.

Leistungsangebot

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung applikationsspezifischer funktionskeramischer Werkstoffe (Tinten, Pasten und Folien)
- Komponentenauslegung, -entwicklung und -charakterisierung
- Elektrische Aufbau- und Verbindungstechnik funktionskeramischer Komponenten
- Technologieentwicklung und -optimierung sowie Skalierung im Technikumsmaßstab



Abteilungsleiter
Hybride Mikrosysteme

Dr. Uwe Partsch
Telefon +49 351 2553-7696
uwe.partsch@ikts.fraunhofer.de



Dickschichttechnik und Photovoltaik

Dr. Markus Eberstein
Telefon +49 351 2553-7518
markus.eberstein@ikts.fraunhofer.de



Mikrosysteme, LTCC und HTCC

Dr. Steffen Ziesche
Telefon +49 351 2553-7875
steffen.ziesche@ikts.fraunhofer.de



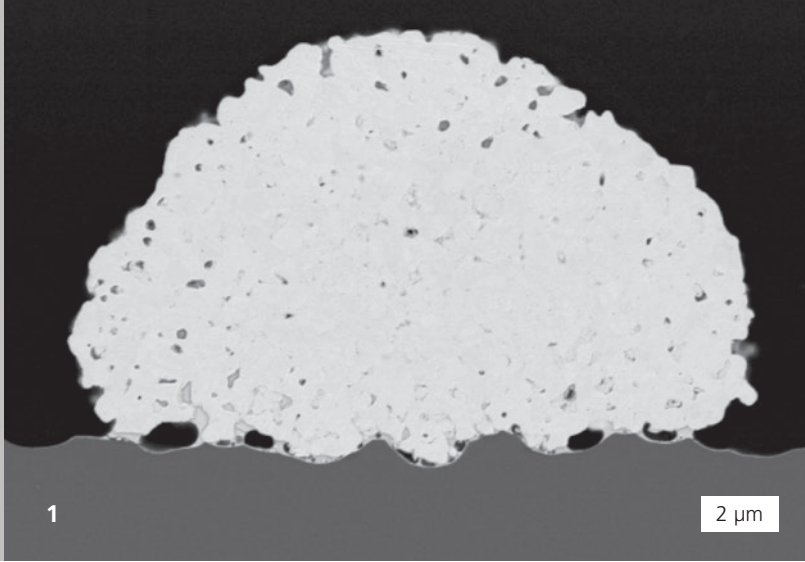
**Funktionswerkstoffe für Hybride
Mikrosysteme**

Dr. Stefan Barth
Telefon +49 36601 9301-1868
stefan.barth@ikts.fraunhofer.de



Systemintegration, AVT

Dr. Lars Rebenklau
Telefon +49 351 2553-7986
lars.rebenklau@ikts.fraunhofer.de

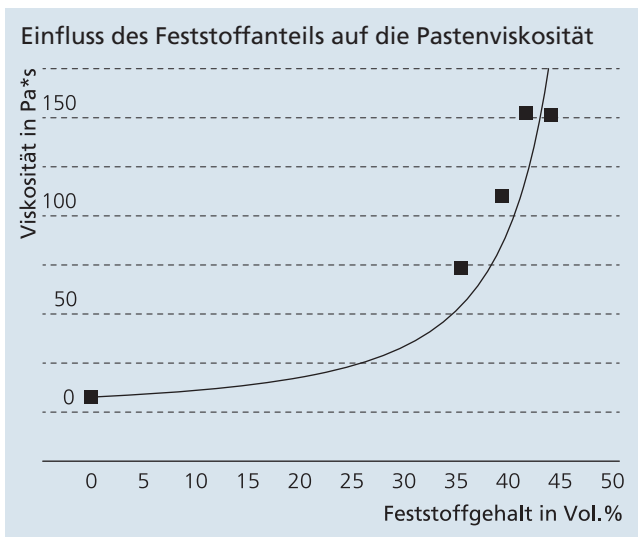


BLEIFREIE PV-PASTEN MIT OPTIMIERTER RHEOLOGIE UND KONTAKTAUSBILDUNG

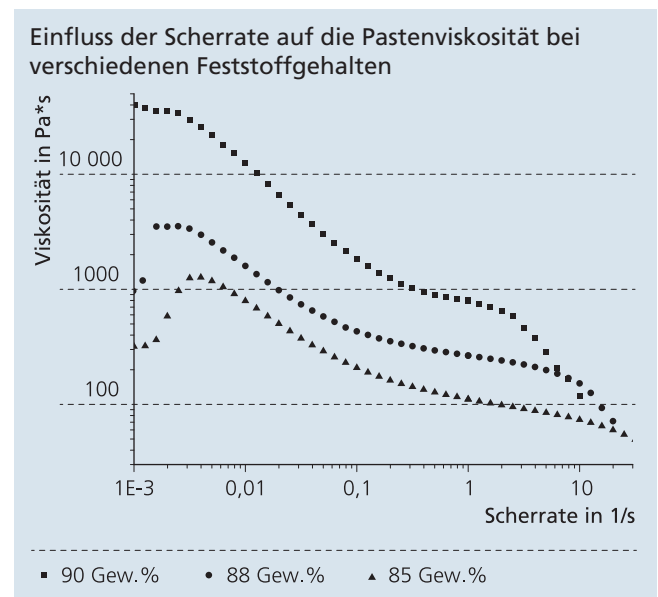
Dr. Markus Eberstein, Stefan Hainich, Kathrin Reinhardt

Sammlerelektroden auf der Frontseite von Solarzellen werden wegen des sehr günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses zum überwiegenden Teil durch Siebdruck und anschließendes Einbrennen von Silberpasten erzeugt. Die Effizienz einer Solarzelle kann hierbei durch (i) die Größe der unmetallisierten, für den Lichteinfall freien Frontseitenfläche und (ii) die Leitfähigkeit der Grenzfläche zwischen Silber und Silicium beeinflusst

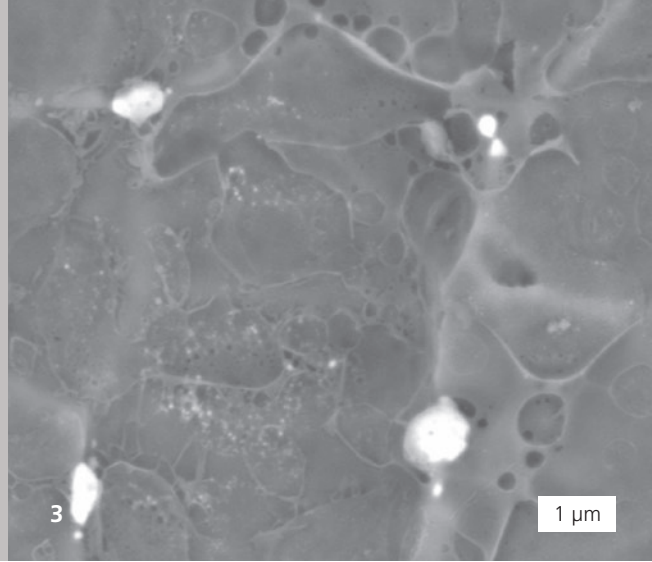
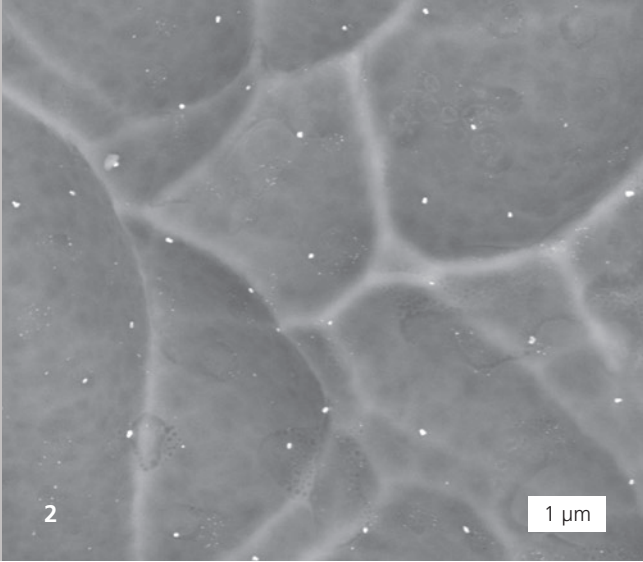
der Paste unter Scherbelastung beim Siebdurchgang naturgemäß abfiel, jedoch danach derart wieder anstieg, dass ein Spreiten vermieden und das resultierende Aspektverhältnis der Leiterzüge erhöht wurde (Bild 1). Ebenfalls durch die Pastenrheologie beeinflusst sind die Pulverdispargierung von Silber ($\geq 90\%$) und Glas ($\leq 10\%$) in der Paste und deren homogene Oberflächenbenetzung, die für die nachfolgende thermische Kontaktierung beim Pasteneinbrand notwendig sind.



werden. Die Größe der unmetallisierten Fläche steigt, wenn es gelingt, durch geeignete Pastenrheologie schmale Leiterzüge mit hohem Aspektverhältnis abzuscheiden. Im Bereich hoher Feststoffanteile ändert sich schon bei geringen Variationen des Feststoffanteils die Viskosität der Pasten sehr stark (Diagramm oben). Zur Optimierung des Pastenfließverhaltens wurde die Kettenlänge der Ethylcellulose, deren Konzentration im Lösungsmittel sowie der Feststoffgehalt variiert (Diagramm unten). Es konnte erreicht werden, dass die Viskosität

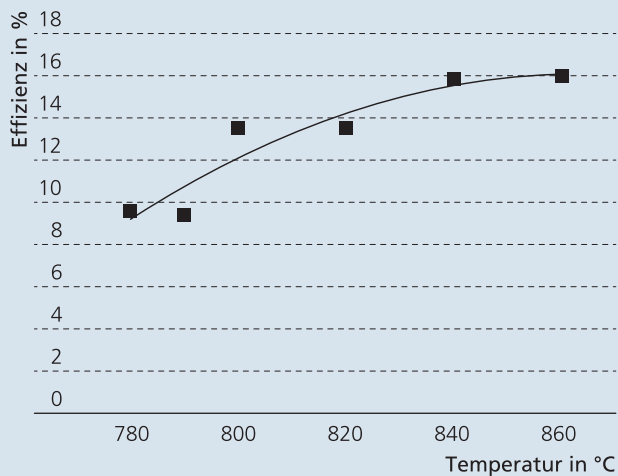


Die thermische Kontaktierung glashaltiger Silberpasten ist ein komplexer Prozess, in dem sich Silber unter Oxidation im Pastenglas löst, in diesem diffundiert und an der Grenzfläche zum Silicium unter Reduktion wiederausscheidet. Der Prozess



wird innerhalb von Sekunden geführt (Rapid Thermal Processing – RTP), wodurch Lösungs- und Redoxvorgänge unter Nichtgleichgewichtsbedingungen stattfinden und optimiert werden müssen. Somit kommt der Steuerung der beteiligten Kinetiken besondere Bedeutung zu, was durch den Einsatz verschiedener Silberpulver, Korngrößenverteilungen und Glasadditiven erfolgt. Jedes Silberpulver hat ein spezifisches Einbrandverhalten in Abhängigkeit von der Temperatur.

Einfluss der Einbrandtemperatur auf die Effizienz einer Solarzelle



Am Fraunhofer IKTS werden bleifreie Kontaktierungspasten für die Frontseiten von Solarzellen untersucht. Die Chemie des Pastenglases beeinflusst den Silbertransport und die Silberkolloidausscheidung entscheidend (Bild 2 und 3). Dabei werden bei aussichtsreichen Glaskompositionen in Rückätzversuchen bei niedrigeren Brenntemperaturen viele homogen verteilte Ag-Kolloide gefunden (Bild 2), die bei höheren Temperaturen/Einbrennzeiten koagulieren und teilweise direkt mit der Siliciumoberfläche in Kontakt treten (Bild 3). Die Art und die Menge der Silberkolloidausscheidungen sind von der Einbrandtemperatur abhängig und bestimmen den Kontaktwiderstand der Grenzfläche und somit die Effizienz der Solarzelle (Diagramm oben).

Leistungs- und Kooperationsangebot

Kundenspezifische Pastenlösungen für Standard- und Hoch-effizienz-Aufbauten

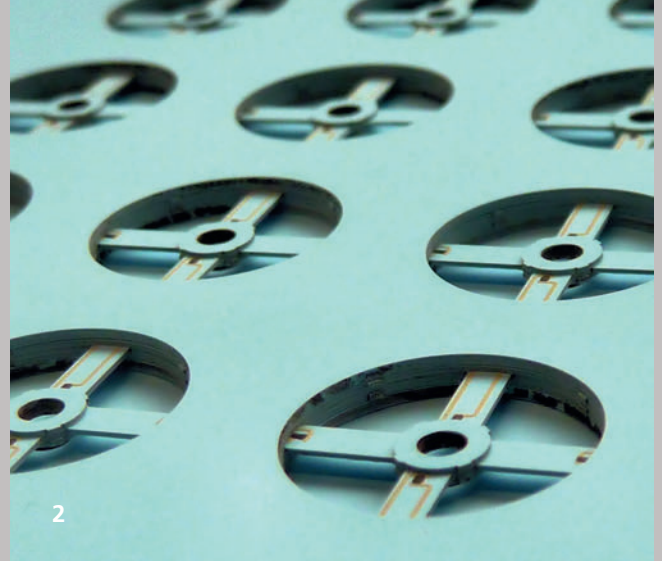
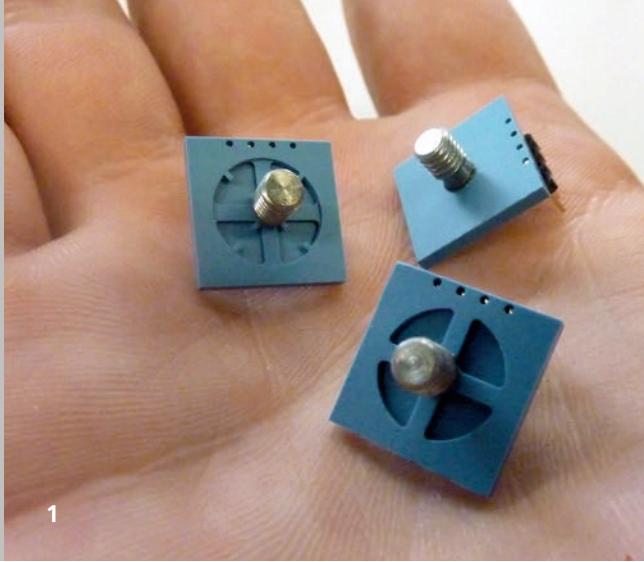
- Gläser mit angepasstem Fließ- und Benetzungsverhalten
- Optimierte Silber- und Pastenrezepte
- Maskenbasierter Druck: Feinlinien-, Stencil- und Stempel-druck
- Digitaldruck: Aerosol- und Inkjetdruck
- Elektrische Charakterisierung
- Charakterisierung der Schichteigenschaften: Haftfestigkeit, Lötbarkeit, Bondbarkeit
- Alterungsverhalten: Thermischer Schock, Feuchte/Wärme

1 Querschliff eines eingebrannten Leiterzuges mit hohem Aspektverhältnis.

2 Homogen verteilte Silberkolloidausscheidungen an der durch Ätzung freigelegten Silicium-Silber-Grenzfläche (Glas A, $T = 890\text{ °C}$, FESEM-Bild).

3 Koagulierte Silberausscheidungen an der durch Ätzung freigelegten Silicium-Silber-Grenzfläche (Glas B, $T = 960\text{ °C}$, FESEM-Bild).



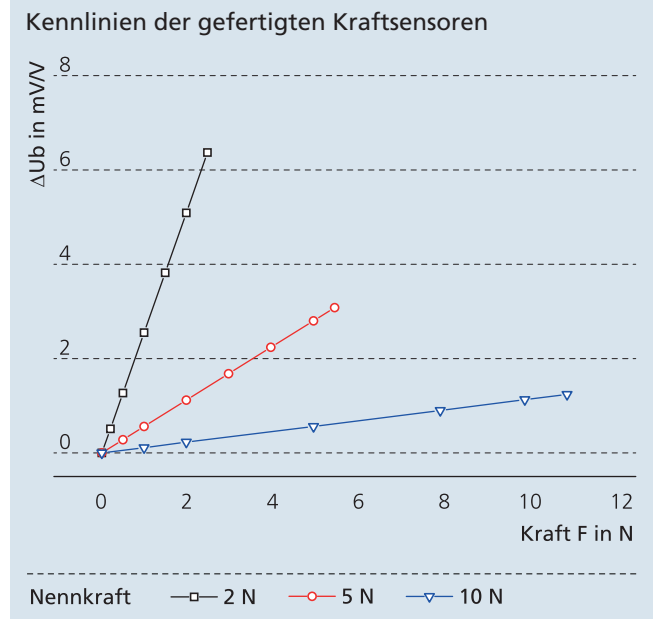


KRAFTMESSUNG MIT 3D-STRUKTURIERTEN KERAMISCHEN VERFORMUNGSKÖRPERN

Christian Lenz, Dr. Steffen Ziesche, Dr. Uwe Partsch

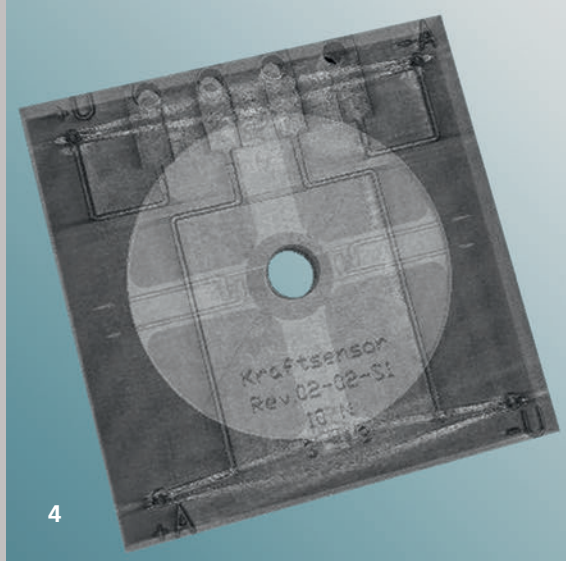
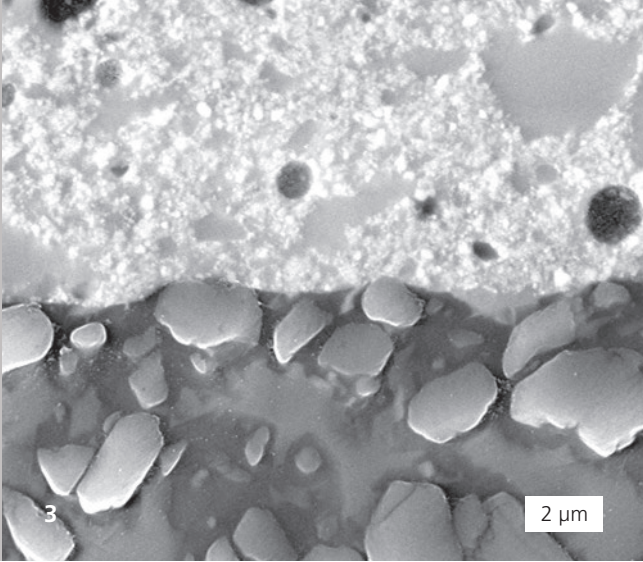
Sensoren zur Bestimmung mechanischer Größen wie Kraft, Druck oder Beschleunigung besitzen für technische Anwendungen hohe Bedeutung. Aktuelle Entwicklungstrends für derartige Messsysteme bestehen hinsichtlich einer stetigen Miniaturisierung, höherer Messgenauigkeit und Langzeitstabilität sowie steigender Funktionsintegration in Verbindung mit einer hohen Preissensitivität. In diesem Zuge werden zunehmend MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) eingesetzt. Neben der klassischen Silicium-Technologie etabliert sich auch die Mehrlagenkeramik-Technologie auf diesem Gebiet. Da die Mehrlagenkeramik-Technologie auf der Prozessierung einzelner keramischer Grünfolien beruht, die erst im Rahmen der finalen Herstellungsschritte verbunden (laminiert) und zu einer monolithischen Keramik gesintert werden, besteht die Möglichkeit, die ungesinterten Einzelfolien geometrisch und elektrisch zu strukturieren. In der Kombination verschiedener strukturierter Einzelfolien im Stapelverbund lassen sich somit dreidimensionale Funktionsstrukturen erzeugen. Die Vorteile der Mehrlagenkeramiken liegen dabei in ihrer chemischen und thermischen Stabilität, ihrer einfachen, flexiblen und kostengünstigen Prozessierbarkeit im Mehrfachnutzen sowie einer materialhomogenen Form der Sensorhausung.

Das Fraunhofer IKTS entwickelt miniaturisierte Kraftsensoren in LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics). Im Gegensatz zu anderen Mehrlagenkeramik-Systemen (z. B. Al_2O_3 oder ZrO_2) bietet LTCC eine ausgezeichnete Kombination aus Wirtschaftlichkeit und mechanischen Materialeigenschaften und ist somit als Basismaterial für Miniaturkraftsensoren besonders geeignet.



Für die mechanisch-elektrische Wandlung der Messgröße wird das piezoresistive Messprinzip auf Grund seiner hohen Genauigkeit, Langzeitstabilität und Vielseitigkeit verwendet. Die Umsetzung erfolgt mit Dickschichtwiderständen, die auf einen Verformungskörper abgeschieden und zu einer Wheatstone-Brücke verschaltet sind.

Dickschichtwiderstände zeichnen sich dabei als guter Kompromiss zwischen Dehnungsempfindlichkeit und Temperaturstabilität des Sensorsignals gegenüber Folien- bzw. Halbleiter-Dehnungsmessstreifen aus.



Die Verformungskörper sind als Wagenradstruktur mit verstärktem Zentrum ausgelegt. Diese Ausführung gewährleistet eine hohe Empfindlichkeit in Messrichtung und eine gute Robustheit gegenüber Querkräften. Zudem ermöglicht das verstärkte Zentrum die Anbindung industrienaheher Verbindungselemente (z. B. M4-Gewindestifte), die eine Kraftmessung in Zug- und Druckrichtung erlauben.

Die Fertigung der Sensorelemente erfolgt nach Standardtechnologie für LTCC-Mehrlagenkeramiken im 4-Zoll-Nutzen. Dadurch werden in der gewählten Dimensionierung 25 Elemente parallel gefertigt. Verbunden mit den flexiblen und kostengünstigen Strukturierungsmöglichkeiten dieser Technologie (z. B. Stanzen, Lasern, Siebdruck) ergibt sich daraus eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Kennwerte der gefertigten Kraftsensoren

Nennkraft F_N	2 N	5 N	10 N
Offsetspannung U_{off} [mV/V]	< 15	< 32	< 130
Sensitivität S [mV/(VN)]	2,6	0,6	0,1
Linearität L [%FS]	< 0,6	< 0,4	< 1,0
TK-Sensitivität TK-S [%S/K]	-0,02	0,03	0,02

Die Charakterisierung der gefertigten Prototypen verdeutlicht grundsätzlich deren positive Eigenschaften und zeigt das Potenzial dieser Technologie für Anwendungen im Bereich der mechanischen Sensorik auf.

Zukünftige Untersuchungen sind darauf ausgerichtet, die Reproduzierbarkeit der Sensorelemente im Mehrfachnutzen bis 8-Zoll-Nutzenabmaße zu verbessern. Außerdem werden technologische und strukturelle Eigenschaften untersucht, um gezielte Optimierungsaufgaben bewältigen zu können. Beides

dient einer Verbesserung des gesamten Entwicklungsprozesses sowie der Ausbeuteoptimierung.

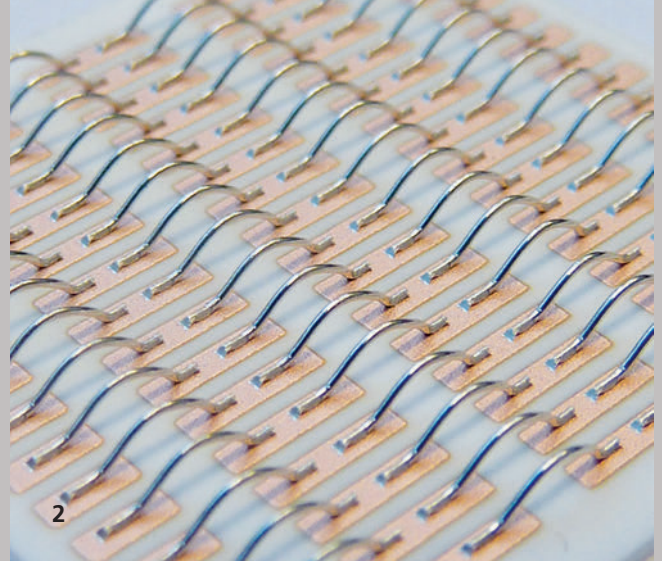
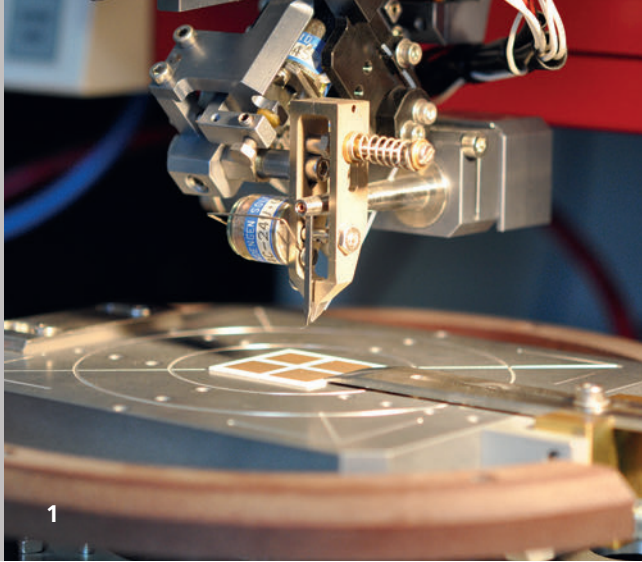
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Anforderungsspezifische Systemauslegung mechanischer Sensoren
- Simulation und Optimierung
- Technologieentwicklung, -beratung und -transfer

Anwendungen

- Prüf- und Montageanlagen
- Robotik
- Haptische Systeme

- 1 Kraftsensoren in LTCC für drei Nennkraftbereiche.
- 2 Fertigung im Mehrfachnutzen.
- 3 Gefüge eines Dickschichtwiderstands auf LTCC.
- 4 CT-Aufnahme eines 10 N-Kraftsensors.



KERAMISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK SOWIE SYSTEMINTEGRATION

Dr. Lars Rebenklau, Dr. Uwe Partsch

Neben der klassischen Leiterplattentechnik sowie der Dünnschichttechnik werden elektronische Baugruppen und Systeme vielfach als keramische Hybridmodule realisiert. Diese Module bestehen aus keramischen oder glaskeramischen Substraten, welche als Träger für die sequenzielle Abscheidung z. B. von Leit-, Isolations- und Widerstandspasten dienen. Im Anschluss werden die Funktionsschichten in einem Hochtemperaturprozess formiert.

Im Vergleich zu klassischen Epoxidharz-basierten Leiterplatten besteht der Hauptvorteil keramischer Hybridmodule in deren Zuverlässigkeit, insbesondere bei rauen Umgebungsbedingungen. Weitere Applikationsvorteile keramischer Schaltungsträger resultieren aus vorteilhaften physikalischen Eigenschaften, wie einer hohen Wärmeleitfähigkeit sowie günstigen dielektrischen Eigenschaften (ϵ , $\tan\delta$). Gegenüber dem Silicium besteht eine optimale thermomechanische Anpassung.

Hauptanwendungen keramischer Hybridmodule sind damit z. B. elektronische Baugruppen mit sehr hohen Leistungsdichten und Verlustleistungen sowie hochzuverlässige Module mit erweitertem Einsatztemperaturbereich in den Bereichen Automotive, Luft- und Raumfahrt.

Am Fraunhofer IKTS werden keramische Hybridsubstrate sowohl in Standard-Dickschicht als auch in Multilayertechnik (LTCC und HTCC) entwickelt und realisiert. Für den Aufbau kompletter Baugruppen im Labormaßstab und deren Systemintegration steht ein breites Portfolio typischer Kontaktierungstechnologien (Löten, Drahtbonden sowie Montage- und Kontaktkleben) zur Verfügung. Zur Charakterisierung der Kon-

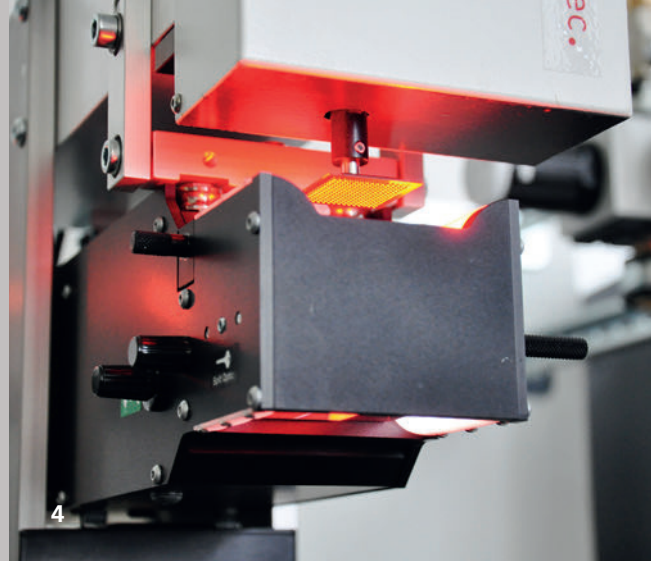
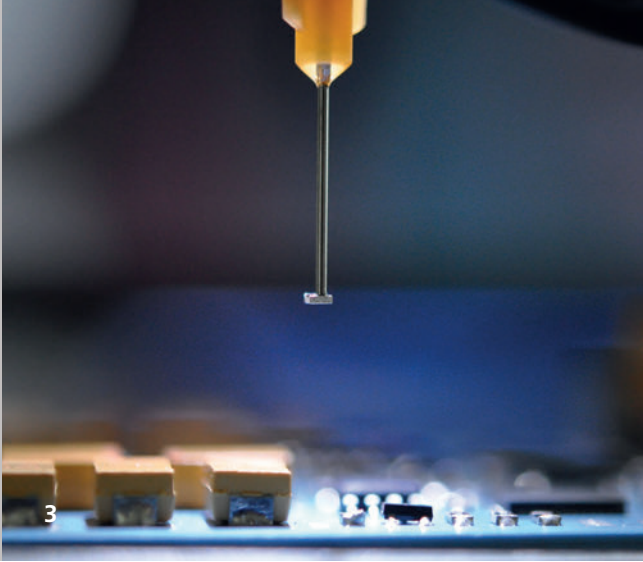
taktierungen wird die erforderliche Analysetechnik (z. B. Mikrostrukturanalyse/Phasenbestand, Haft- und Scherfestigkeit) genutzt.

Aktuelle Projekte fokussieren z. B. auf selektive Lötverfahren, Montage- und Anschlusskleben für erhöhte Einsatztemperaturen sowie Dickdraht- und Bändchenbonden für keramische Hochleistungsmodule.

Für die selektive Lotmontage elektronischer Aktiv- oder Passivkomponenten steht eine variable Spezialausrüstung zur Verfügung. Unter wahlweiser Verwendung von Licht- (IR), Laser- und Induktionslötköpfen gestattet diese das Erhitzen und Aufschmelzen der Lote bis zu Temperaturen von 750 °C.

Die Vorteile dieser Technik bestehen in dem selektiven und zeitlich beschränkten Erhitzen der Verbindungspartner, womit z. B. die Mikrostrukturausbildung der Lotstellen und das Ablegieren der Metallisierung im Vergleich zu Standardlötverfahren besser kontrolliert werden kann. Daraus resultiert z. B. eine höhere Scherfestigkeit der Verbindungen oder auch die Möglichkeit der Formierung hochleitfähiger Schichten auf polymeren Substraten.

Die Entwicklung optimierter Kontaktierungstechnologien am IKTS ist in den Entwicklungszyklus kompletter keramischer Hybridmodule und Sensoren eingebettet. Dieser reicht von Design bzw. Auslegung, Material- (funktionskeramische Pasten, Folien und Substrate) und Technologieentwicklung bis hin zur keramischen Aufbau- und Verbindungstechnik bzw. Systemintegration. Damit offeriert das Fraunhofer IKTS seinen Projekt-



partnern umfangreiche Material-, Technologie- und Systemkompetenz für vielfältige Anwendungen der keramischen Hybridtechnik.

- Belastungstests an Heizermodulen und Widerstandsschichten unter variablen Lastbedingungen wie konstante, stufenweise ansteigende oder impulsförmige Heizung
- Ultraschall- und Röntgendiagnostik

Leistungs- und Kooperationsangebot

Charakterisierung von Pasten und Dickschicht- bzw. multilayerbasierten Komponenten

- Rheologische Charakterisierung pastöser Werkstoffe
- Bestimmung elektrischer Kenngrößen in Abhängigkeit von der Temperatur (Schichtwiderstand, ϵ , $\tan\delta$), Impedanzmessungen im Frequenzbereich von 1 mHz bis 1 MHz
- Bestimmung maximaler Verlustleistungsdichten (Short therm overload/STOL)
- Design, Auslegung und Aufbau von Testständen für kundenspezifische Messaufgaben

Schaltungsentwurf, Komponentenauslegung

- Dimensionierung und Realisierung von prototypischen keramischen Hybridmodulen sowie für Heizelemente mit den Softwaresystemen Durt HYDE und Altium Designer

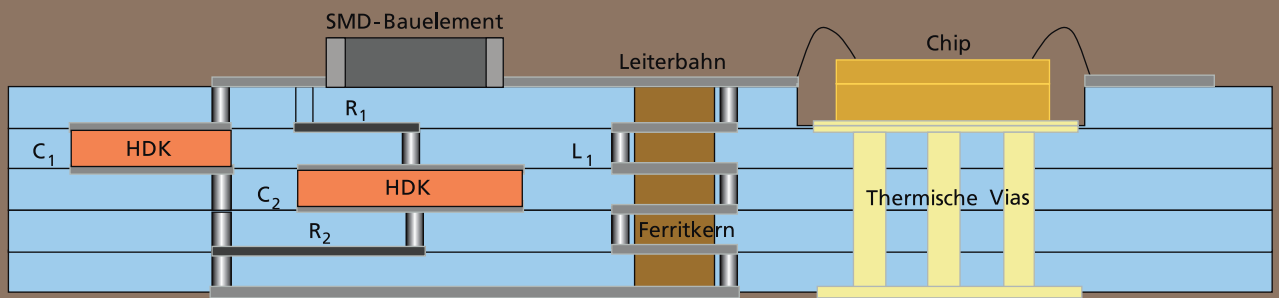
Aufbau- und Verbindungstechnik

- Parameteroptimierungen von Ball-Wedge und Wedge-Wedge Drahtbondverfahren
- Charakterisierung von Bondoberflächen und -drähten
- Technologische Untersuchungen zu Selektivlötverfahren (IR, Laser, Induktiv)
- Montage- und Leitleben für erhöhte Einsatztemperaturen

Zuverlässigkeitsuntersuchungen/Schadensanalyse

- Thermische Analyse keramischer Bauelemente mittels IR-Thermografie
- Schadensanalyse an Dickschichtmetallisierungen
- Thermische Alterung (Thermoschock, feuchte Wärme)
- Charakterisierung mechanischer Eigenschaften von Verbindungsstellen (Pull-/Schertest)

- 1 *Bondkopf.*
- 2 *Dickdrahtbondverbindung.*
- 3 *SMT-Montage.*
- 4 *Flip-Chip-Bonder.*



1

KERAMISCHE FUNKTIONSMATERIALIEN FÜR INTEGRIERTE MEHRLAGENBAUELEMENTE

Dr. Stefan Barth

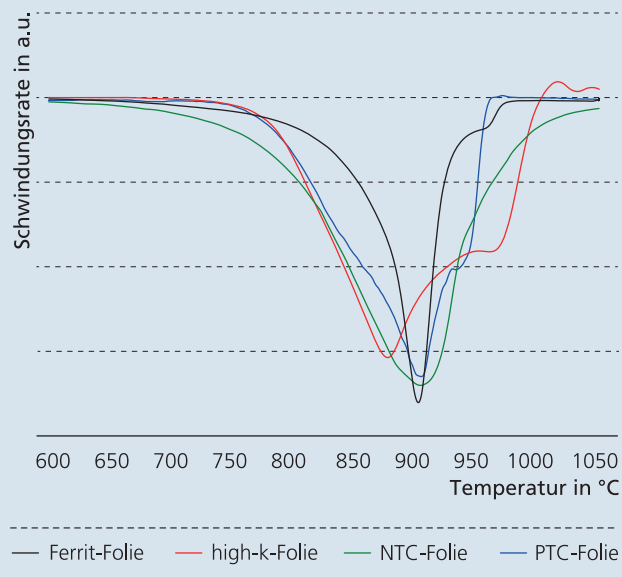
Die forcierte Miniaturisierung und erweiterte Funktionsintegration von Halbleiterbauelementen auf Wafer-Level führte in den letzten Jahren zu drastisch gestiegenen Anforderungen auch an die nächste Integrationsebene, d. h. an mikroelektronische Baugruppen und Systeme. Eine Schlüsselrolle kommt hierbei innovativen Lösungsansätzen der Aufbau- und Verbindungstechnik zu. Die Technologie glaskeramischer Multilayer-Schaltungsträger, oft auch als LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) bezeichnet, stellt solch ein innovatives Packaging-Konzept dar. Damit können elektronische Baugruppen hoher Integrationsdichte, sogenannte multilayer boards, sowie komplexe mikrooptische oder mechatronische Module kostengünstig und effektiv gefertigt werden. Eine grundlegende Forderung der Systemhersteller besteht gegenwärtig darin, die Funktionalität dieser Baugruppen zu erhöhen und gleichzeitig deren Baugröße zu minimieren. Mit der Oberflächenbestückung von SMD-Bauelementen sind diesem Anspruch jedoch Grenzen gesetzt, weshalb zunehmendes Interesse daran besteht, passive Bauelemente in LTCC-Schaltungsträger zu implementieren.

In Bild 1 ist der Aufbau einer LTCC-Baugruppe mit integrierten Funktionswerkstoffen schematisch dargestellt. Dafür werden niedrig sinternde Funktionswerkstoffe benötigt, die mit Standard-LTCC-Materialien werkstoff- und prozesskompatibel sind. Folgende Werkstoffsysteme besitzen ein besonders hohes Anwendungspotenzial für die LTCC-Integration und sind deshalb Gegenstand eines gemeinsamen Forschungsprojekts zwischen dem Fraunhofer IKTS, der Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena und der Technischen Universität Ilmenau:

- Verlustarme HDK-Werkstoffe mit einem geringen Temperaturkoeffizienten der Permittivität für die Integration leistungsfähiger kapazitiver Bauelemente
- Verlustarme Ferritwerkstoffe für die Integration frequenzstabiler Induktivitäten
- NTC-Thermistorwerkstoffe für hochempfindliche Temperatursensoren
- PTC-Werkstoffe als selbstregelnde Heizer und Strombegrenzer

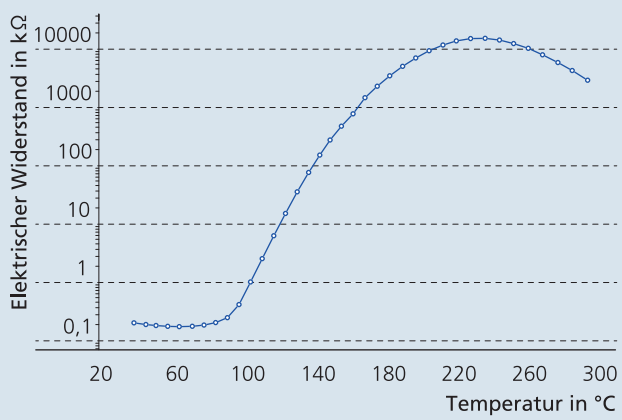
Die Entwicklung derartiger LTCC-kompatibler Funktionsmaterialien ist werkstofflich höchst anspruchsvoll, da sich aus Gründen der Prozesskompatibilität die Notwendigkeit ergibt, deren Sintertemperatur unter Beibehaltung anwendungsrelevanter Materialeigenschaften um etwa 300 K bis auf 900 °C abzusenken. Im Gegensatz zu Standard-LTCC-Substratmaterialien kann das Dichtsintern dieser Funktionswerkstoffe bei 900 °C nicht im Sinne eines glaskeramischen Kompositwerkstoffs mit Hilfe angepasster Glaszusätze auf dem Wege des viskosen Fließens erreicht werden, sondern ausschließlich über diffusionskontrollierte Platzwechsellvorgänge. Ansatzpunkte für die genannte dramatische Absenkung der Sintertemperatur sind modifizierte Werkstoffzusammensetzungen, feindisperse Pulver hoher Sinteraktivität sowie effiziente Sinterhilfsmittel. Mit den genannten werkstofflichen Lösungsansätzen konnte eine Reihe neuartiger Funktionswerkstoffe entwickelt werden, die bei ca. 900 °C sinterfähig und mit Standard-Silberpasten prozesskompatibel sind (Diagramm oben). Darüber hinaus wurden robuste Aufbereitungsverfahren entwickelt, mit denen der Prozess der Pulversynthese erfolgreich vom Labor- in den Pilotmaßstab übertragen werden konnte, so dass für die nachfolgenden keramischen Formgebungsprozesse ausreichende

Aufbau eines LTCC-Schaltungsträgers mit integrierten Funktionswerkstoffen



Pulvermengen verfügbar sind. Um Funktionswerkstoffe in keramische Mehrlagenbauelemente integrieren zu können, bedarf es geeigneter Grünfolien, die mit Standard-LTCC-Prozessen bearbeitbar sind, d. h. gestanzt, bedruckt und laminiert werden können. Zu diesem Zweck wurden für jeden der genannten Werkstoffe angepasste Gießschlicker Rezepturen ent-

Aufbau eines LTCC-Schaltungsträgers mit integrierten Funktionswerkstoffen



wickelt und schließlich prozessfähige Grünfolien hergestellt. Daran anschließend wurden monolithische Mehrlagenbauelemente aufgebaut, an denen grundlegende Funktionseigenschaften untersucht wurden. Das Diagramm unten zeigt exemplarisch die R/T-Kennlinie eines mehrlagigen PTC-Kaltleiters, der bei 915 °C gesintert wurde. Die Kennlinie zeigt ein für PTC-Werkstoffe charakteristisches Sprungverhalten, welches mit klassischen PTC-Werkstoffen vergleichbar ist.

Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen eines Verbundprojekts zwischen der Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, der TU Ilmenau und dem Fraunhofer IKTS, das im Rahmen des Landesprogramms »ProExzellenz« – FKZ: PE 214 vom Freistaat Thüringen gefördert wurde.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung kunden- und anwendungsspezifischer LTCC-kompatibler Funktionswerkstoffe, Gießschlicker und Folien
- Untersuchungen bzgl. Werkstoff- und Prozesskompatibilität im Folienverbund
- Werkstoff- und Komponentencharakterisierung

1 Aufbau einer LTCC-Baugruppe mit integrierten Funktionswerkstoffen.

THEMENFELD BATTERIETECHNIK

In den letzten Jahren konnte das Fraunhofer IKTS mit seiner Philosophie, keramische Materialien und Technologien nicht nur singular zu betrachten, sondern im Kontext der Anwendung über die gesamte Wertschöpfungskette zu entwickeln, in verschiedenen Bereichen der Funktionskeramik signifikante Fortschritte erzielen. Beispiele hierfür betreffen vorzugsweise Anwendungen aus der Energietechnik wie, z. B. Hochtemperatur-Brennstoffzellen oder kristalline Solarzellen, in denen Entwicklungen von den Funktionsmaterialien bis hin zur Komponente bzw. zum System erfolgreich durchgeführt wurden.

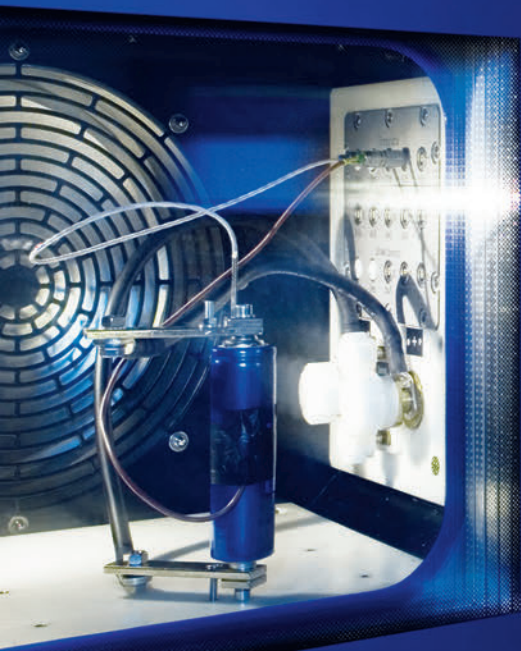
Keramische Materialien und Technologien sind aber auch wesentlicher Bestandteil einer weiteren Anwendung der Energietechnik: der elektrochemischen Energiespeicher, oder kurz Batterien. Die Arbeiten an unterschiedlichen Aspekten von Lithium-Ionen-, Natrium-basierten Hochtemperatur- und Metall-Luft-Batterien bis hin zu Superkondensatoren sind Beispiele für die breite wissenschaftlich-technologische Basis des Fraunhofer IKTS und der intensiv vernetzten Strukturen in der Entwicklungsarbeit. In den folgenden Beiträgen werden einige Beispiele vorgestellt, die dies illustrieren.

Voraussetzung für die Entwicklung von Materialien und Produkten ist das tiefe Verständnis der in den Batterien ablaufenden chemisch-physikalischen Prozesse. So entwickelt das Fraunhofer IKTS zum einen Methoden zur mikroanalytischen Strukturcharakterisierung und der umfassenden elektrischen und thermischen Charakterisierung. Zum anderen wird an neuen Methoden gearbeitet, mit denen beispielsweise lokale kalorische Effekte während des Ladens/Entladens ortsaufgelöst und in-situ betrachtet werden können. Das stellt eine Zusatzinformation beim Vergleich unterschiedlicher Elektrodenmaterialien dar. Die Modellierung des Zellverhaltens auf unterschiedlichen Ebenen liefert wiederum wesentliche Erkenntnisse für die Entwicklung von optimierten Zelldesigns und einer Systemumgebung, die lebensdauerbegrenzende Einflüsse kompensiert.

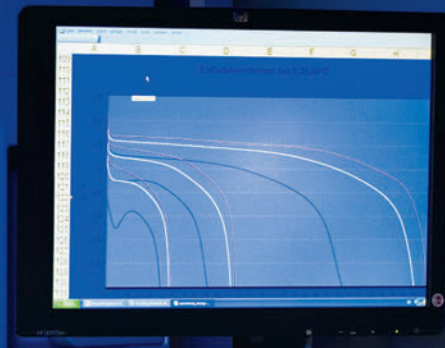
Die Material- und Schlickerentwicklung für Lithium-Ionen-Batterien erfolgt am Fraunhofer IKTS auf unterschiedlichen Skalen – beginnend im Labor- bis hin zum Technikumsmaßstab. Stehen im ersten Schritt neue bzw. optimierte Elektrodenkonzepte im Vordergrund, kommen mit zunehmendem Skalierungsfaktor insbesondere Aspekte der Fertigung in Prozessen mit hohem Durchsatz hinzu. Für diese Arbeiten sind Kooperationen mit Partnern aus der Industrie, wie beispielsweise mit ThyssenKrupp System Engineering GmbH im Fall des Batterietechnikums, von großer Bedeutung.

Batteriekonzepte, die insbesondere für große stationäre Applikationen interessant sind, bilden einen Schwerpunkt des im letzten Jahr von der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) und dem Fraunhofer IKTS gegründeten Zentrums für Energie und Umweltchemie (Center for Energy and Environmental Chemistry Jena – CEEC Jena). In diesem Rahmen wurde am IKTS-Standort Hermsdorf eine Forschergruppe etabliert, die keramische Materialien z. B. für Natrium-basierte Hochtemperatur- und Metall-Luft-Batterien entwickelt.

oehwald
sch Group



cientlab
electronic systems





ORTSAUFGELOSTE IN-OPERANDO TEMPERATURMESSUNG

Dipl.-Ing. Christian Heubner, M.Sc. Christoph Lämmel, Dr. Michael Schneider

Die wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterie ist eine der vielversprechendsten Technologien zur Bewältigung des wachsenden Bedarfs an mobilen Energiespeichern für hohe Leistungsanforderungen sowie zur Speicherung regenerativer Energien. Anwendungen im Bereich der Elektromobilität werden gegenwärtig durch zu geringe Energiedichten sowie Temperatursensibilität und Wärmeentwicklung während des Betriebs eingeschränkt. Ein umfassendes Verständnis der ablaufenden elektrochemischen Prozesse bildet die Grundlage für die Entwicklung und Fertigung maßgeschneiderter Werkstoffe zur Bewältigung der aktuellen Einschränkungen.

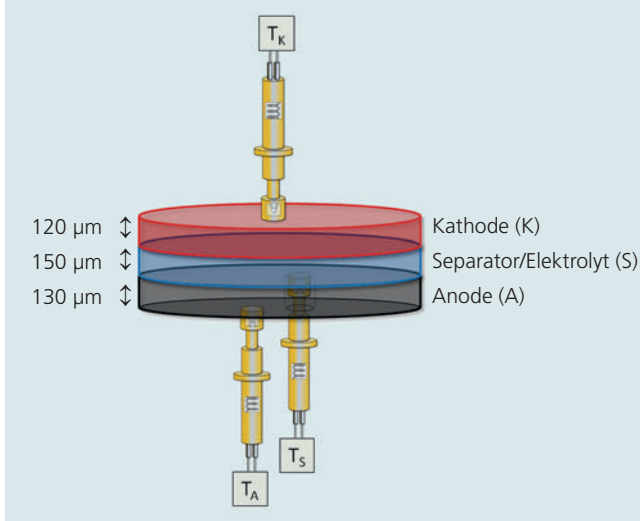
Die Arbeitsgruppe »Elektrochemie« verfügt über ein umfangreiches Repertoire elektrochemischer Methoden und ergän-

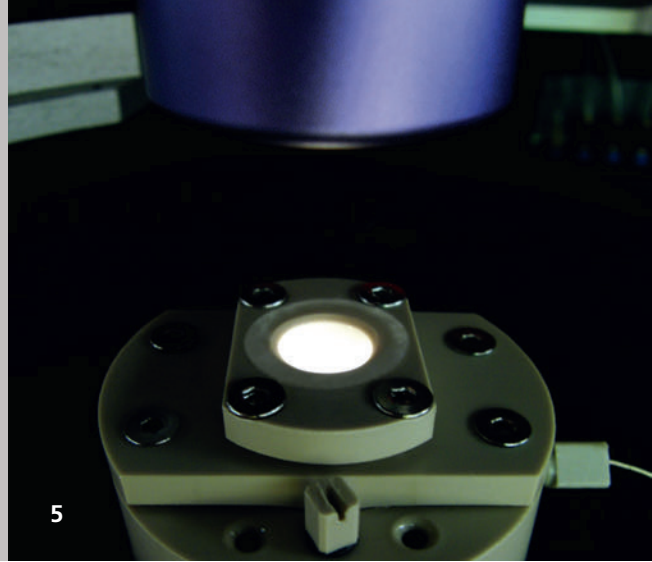
zender Messverfahren zur Charakterisierung von Elektrodenmaterialien. Daneben eröffnen die Eigenentwicklung komplexer und kombinatorischer in-operando Mess- und die Realisierung entsprechender elektrochemischer Zellkonzepte attraktive Möglichkeiten der Mechanismenaufklärung und Charakterisierung des Werkstoffverhaltens. Das aktuelle Problem der Wärmeentwicklung in Lithium-Ionen-Batterien erfordert ein detailliertes Verständnis der Wärme generierenden Prozesse und Mechanismen. Ein in der Arbeitsgruppe speziell entwickelter Messaufbau ermöglicht die ortsaufgelöste in-operando Temperaturmessung über die Grenzflächen Anode – Separator/Elektrolyt – Kathode einer modellhaften Lithium-Ionen-Batterie-Zelle.

Das Bild links zeigt schematisch den Aufbau der Batterie-Zelle und die Anordnung der Thermoelemente zur ortsaufgelösten Temperaturmessung. Im Gegensatz zu den gängigen integralen Messungen an kommerziellen Batteriesystemen können die Wärmequellen und -senken des elektrochemischen Systems lokalisiert, identifiziert und differenziert werden.

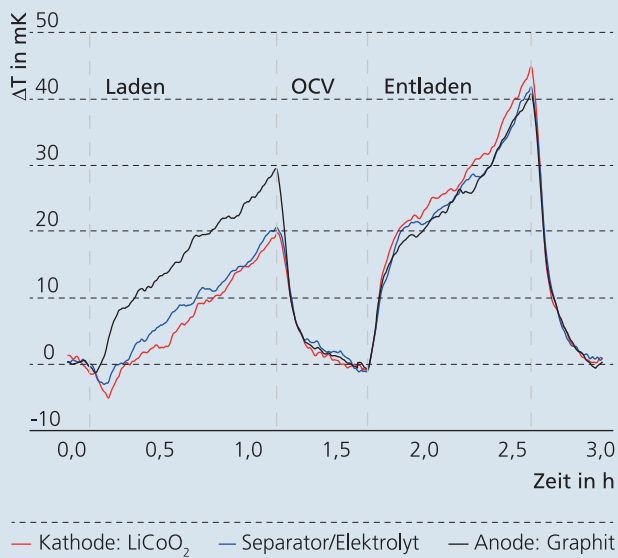
Das Diagramm rechts zeigt die ortsaufgelöste Temperaturmessung an einer Lithium-Ionen-Batterie-Zelle während eines Lade-Entlade-Zyklus. Zu Beginn des Ladevorgangs sind die Temperaturen von Anode und Kathode deutlich differenziert. Der Ausbau von Lithium aus dem LiCoO_2 führt zum Absinken der Temperatur im Kathodenraum. Dem gegenüber steht die exotherme Interkalation von Lithium-Ionen in die Graphit-Anode. An beiden Elektroden und dem Separator führen Hemmungen des Stofftransports zur Erwärmung.

Schematischer Aufbau und Anordnung der Thermoelemente zur ortsaufgelösten Temperaturmessung





Ortsaufgelöste Temperaturmessung während des Ladens (C/2) und Entladens (C/2) einer Lithium-Ionen-Batterie-Zelle



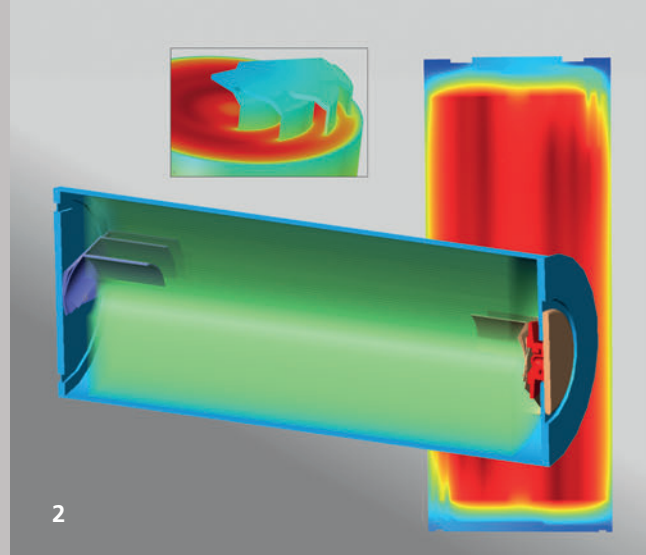
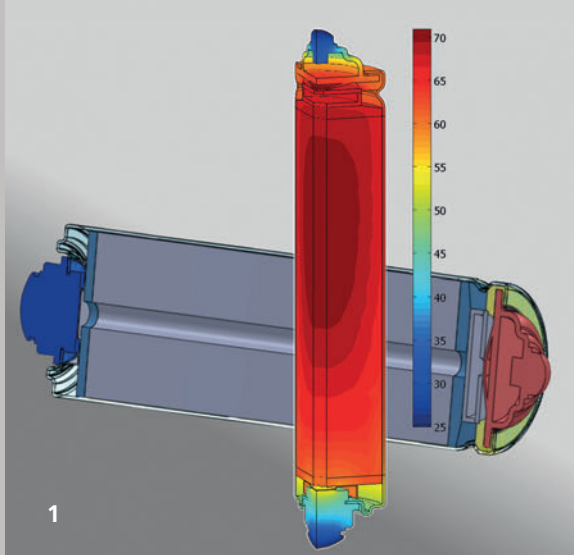
Thermische Ausgleichsprozesse führen im Laufe der Messung auch auf der Kathodenseite zu einer positiven Temperaturänderung. Durch die endotherme Reaktionswärme der Kathodenreaktion kommt es zur Ausbildung eines stationären Temperaturgradienten und damit zu einem stationären Wärmestrom vom Anodenraum zum Kathodenraum. Nach dem Ladevorgang wird die Ruhespannung der Zelle gemessen. Während dieser Zeit relaxieren Größen wie Temperatur, Konzentration, etc. Zu Beginn des Entladevorgangs steigen die Temperaturen von Kathode, Separator und Anode schnell an. Reaktionswärmen und Joule'sche Verluste an der Kathode haben während des Entladens das gleiche Vorzeichen und wirken additiv. Die Reaktionswärme der Anodenreaktion ist deutlich geringer als die der Kathodenreaktion. Die Wärmeentwicklung wird während des gesamten Entladevorgangs durch die Kathode dominiert.

Gerade der methodenkombinatorische Ansatz ermöglicht die Korrelation zwischen elektrochemischem Werkstoffverhalten und den Materialeigenschaften der separaten Batteriebestandteile. Die Kenntnis dieser Wechselwirkungen ist die Grundlage, um in interaktiver Zusammenarbeit mit verschiedenen anderen Arbeitsgruppen des Fraunhofer IKTS die Werkstoffentwicklung und Fertigung schneller und gezielter voranzutreiben. So können aus den Messergebnissen relevante thermodynamische Daten und kinetische Parameter gewonnen werden, die im Rahmen institutsinterner Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe »Modellierung und Simulation« für Multi-Skalen-Simulationen verfügbar sind.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Elektrochemische und schwingungsspektroskopische Elektroden- und Elektrolytcharakterisierung
- Wasserbestimmung in Elektroden und Elektrolyten (Karl-Fischer-Titration)
- Mechanismenaufklärung und elektrochemisches Werkstoffverhalten

- 1 *Glovebox.*
- 2 *Schraubzellen für elektrochemische Materialcharakterisierung.*
- 3 *Eigenentwicklung: Elektrochemisches Zellkonzept mit ortsaufgelöster in-operando Temperaturmessung.*
- 4 *Wassergehaltsbestimmung über Karl-Fischer-Titration.*
- 5 *Spektroelektrochemische Raman-Messzelle.*



THERMISCHE 3D-MODELLIERUNG VON LITHIUM-IONEN-ZELLEN

Dr. Wieland Beckert, Dipl.-Ing. Christian Freytag

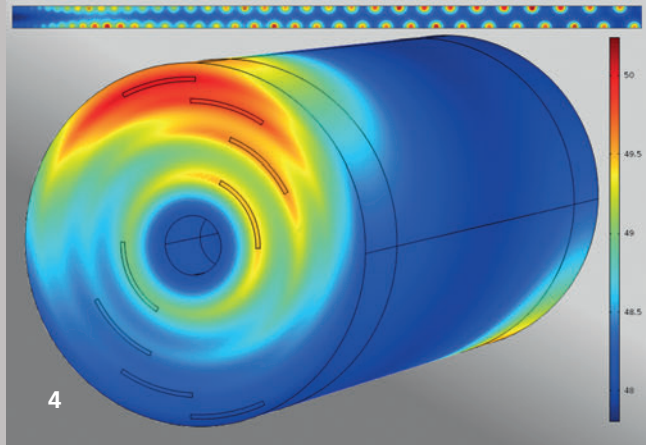
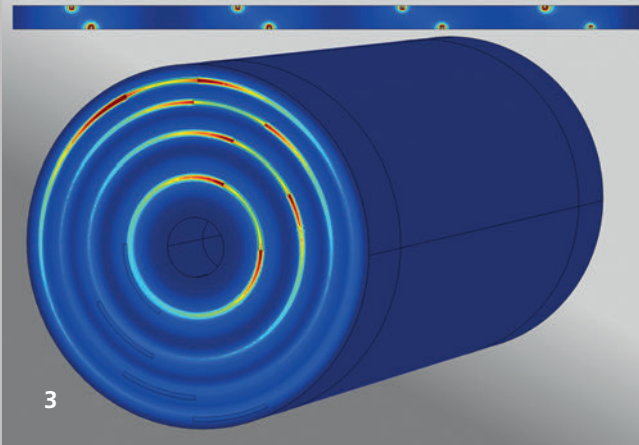
Eine wesentliche Voraussetzung für den effizienten, sicheren und langlebigen Betrieb von Hochleistungs-Energiespeichern ist ein ausgereiftes thermisches Management, da zwischen den thermischen und elektrochemischen Prozessen starke gegenseitige Wechselwirkungen auftreten. Moderne Simulationswerkzeuge haben sich als wertvolle Hilfsmittel zur Analyse, Auslegung und Optimierung solcher Systeme im praktischen Entwicklungsprozess etabliert. Einen wichtigen Aspekt bilden das Monitoring und die Vermeidung von lokaler thermischer Überlastung (Hot-Spots) im Inneren der Batterie. Simulationstools bieten einzigartige Möglichkeiten, virtuellen in-situ-Einblick in die Verhältnisse im Inneren von Batteriezellen zu erhalten, die im realen Betrieb direkter Beobachtung nicht zugänglich sind.

Im Rahmen des SAB-Projekts »LionHeart« und einer Kooperation mit der IAV GmbH Chemnitz wurde am Fraunhofer IKTS eine 3D-Finite-Elemente-Modellierung für verschiedene Li-Ionen-Zell-Konfigurationen erstellt und analysiert. Dafür wurde, basierend auf dem Multiphysics-Finite-Elemente-Code COMSOL, eine Modellstrategie entwickelt, welche einerseits die geometrischen Funktionselemente der Zelle (Wicklungskörper, Gehäuse, Kontaktstrukturen) sowie die starke Kopplung der thermischen und elektrischen Prozesse auf lokaler Ebene in den wesentlichen Details erfasst und andererseits durch Nutzung effizienter Konzepte (homogenisierte Composite-Beschreibung des Windungsbereichs, semi-empirische Beschrei-

bung des lokalen elektrischen Verhaltens) den Modellaufwand stark reduziert. Dieser Kompromiss ermöglicht einen detaillierten Einblick in das thermische Verhalten von Batteriezellen unter Berücksichtigung der konstruktiven Details und den Spezifika des elektrochemisch aktiven Materials auch im dynamischen Betrieb und mit nur moderaten Anforderungen an die Rechenleistung. Dadurch kann auf den Einsatz von Hochleistungsrechen-technik verzichtet werden und die Modellstrategie bietet Reserven z. B. zur Erweiterung auf Analysen von Mehrzellen-Packages.

Mit dem Modellansatz wurden verschiedene Geometrie-Varianten von zylindrischen Lithium-Ionen-Zellen untersucht. Eine erste Designvariante realisiert die Kontaktierung über flächige Druckplatten an den Stirnseiten des Wicklungskörpers (Bild 1). Dies ermöglicht eine sehr gleichmäßige Kontaktierung des Zell-Laminats entlang der Zellränder, weist aber eine Begrenzung der Kontaktfläche auf und wird daher für Hochleistungs-Zellen selten eingesetzt. Das entsprechende Modell nutzt die bestehende Axialsymmetrie der Zelle und erlaubt, auf Grund des rein axialen Stromflusses im Windungskörper, eine direkte Homogenisierung des elektrischen Problems als radial-symmetrischer Komposit.

Die Analyse eines thermisch stationären Lastfalls erbrachte selbst für hohe Belastung (Laststrom $I = 67 \text{ A}$) keine kontaktbedingten Hot-Spots im Bereich des Wicklungskörpers. Ein häufig



verwendetes, alternatives Design nutzt separate Kontaktfinger, die zwischen einzelne Windungslagen eingebracht werden (Bild 2). Einerseits lässt sich damit die Kontaktfläche erhöhen, andererseits erfolgt die Kontaktierung deutlich lokalisierter und ungleichmäßiger. Dadurch entstehen in unmittelbarer Umgebung der Kontaktfinger im Windungsfilm starke Konzentrationen der Stromdichte mit deutlich verstärkter Wärmeproduktion (Bild 3). Während im thermisch stationären Fall (konstanter Laststrom) diese Wärme an die benachbarten Windungen ohne Ausbildung spürbarer Temperaturgradienten abgeführt werden kann, treten im Falle kurz andauernder Lastspitzen (Strompulse $I = 95 \text{ A}$, $\Delta t = 6 \text{ s}$) dynamische Hot-Spots im Wickelbereich an den Kontaktstrukturen auf, da die Wärme nicht ausreichend schnell umverteilt werden kann (Bild 4). Auf Grund des spiralförmigen, der Windung folgenden Stromflusses erwies sich eine direkte Homogenisierung des elektrischen Problems durch einen 3D-Komposit als nicht praktikabel. Stattdessen wurde eine Hybridbeschreibung mit einer 2D-Formulierung des elektrischen Problems in der Geometrie des entrollten Windungsfilms und einer 3D-Beschreibung des thermischen Problems implementiert. Die Kopplung beider Modelle konnte durch die flexiblen Möglichkeiten der Programmumgebung COMSOL unmittelbar innerhalb des Programms erfolgen.

Die vorgestellte Modellierung erlaubt die detaillierte Analyse des Einflusses von geometrischen und materialspezifischen Parametern auf das thermische Verhalten im Inneren von Lithium-Ionen-Zellen während des Betriebs. Mögliche konkrete Anwendungen des Modells ergeben sich, neben dem Feld der Batterie-Design-Optimierung, z. B. als »Virtual Battery Lab«, zur Spezifikation der Betriebsgrenzen von Zellen in Hochleistungsanwendungen sowie zur Kalibrierung weniger detaillierter, echtzeitfähiger Li-Batterie-Modelle. Eine spezielle Nutzung

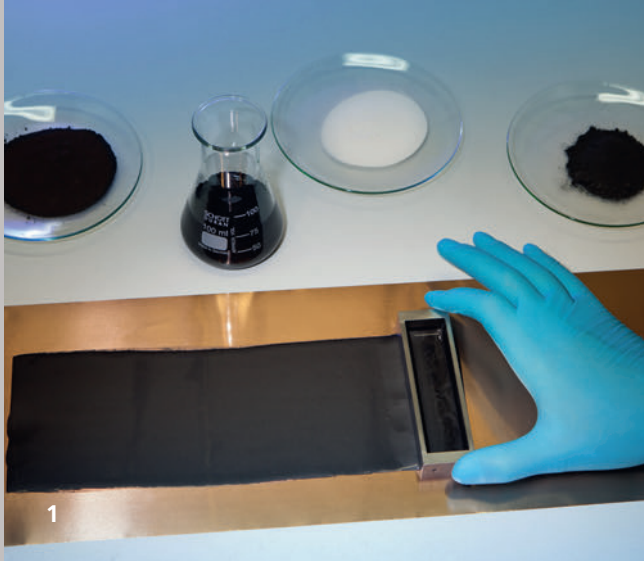
am Fraunhofer IKTS bietet sich bei der Unterstützung der Entwicklung eines internen Temperatursensors für Lithium-Ionen-Zellen durch die Arbeitsgruppe »Energiespeichersysteme« zur Identifikation der optimalen Einbauposition und zur Quantifizierung möglicher Rückwirkungen auf die Zelle. Im Rahmen einer internen Kooperation mit der Arbeitsgruppe »Elektrochemie« ist außerdem zukünftig die Entwicklung eines thermischen Modells mit detaillierter Abbildung elektrochemischer Prozesse geplant.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Implementierung und Analyse von Multiphysics-Modellen des thermischen Verhaltens von Batteriezellen
- CFD-Analyse der Kühlung von Batteriepaketen

- 1 *Modell und Beispielergebnis für das Temperaturfeld einer Zelle mit flächiger Kontaktierung.*
- 2 *Modellgeometrie und Temperaturfeld für eine Lithium-Ionen-Zelle mit Kontaktfingerstruktur.*
- 3 *Thermische Quelledichte in der Wickelstruktur mit Fingerkontaktierung.*
- 4 *Temperaturverteilung in der Wickelstruktur bei Impulsbelastung.*





MATERIAL- UND SCHLICHERENTWICKLUNG FÜR LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

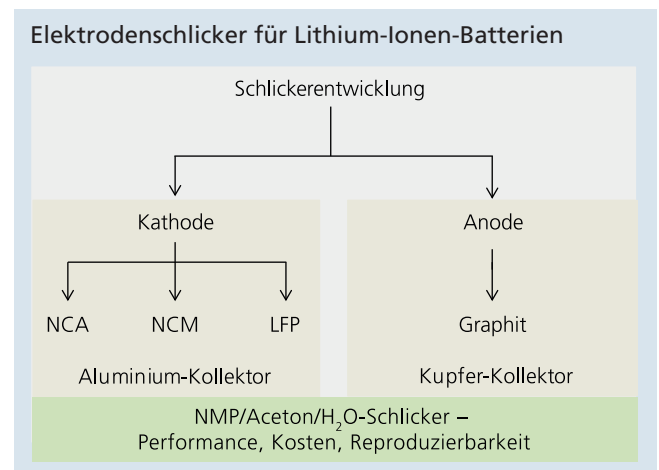
Dr. Marco Fritsch, Dr. Nikolai Trofimenko, Dr. Christian Bretthauer

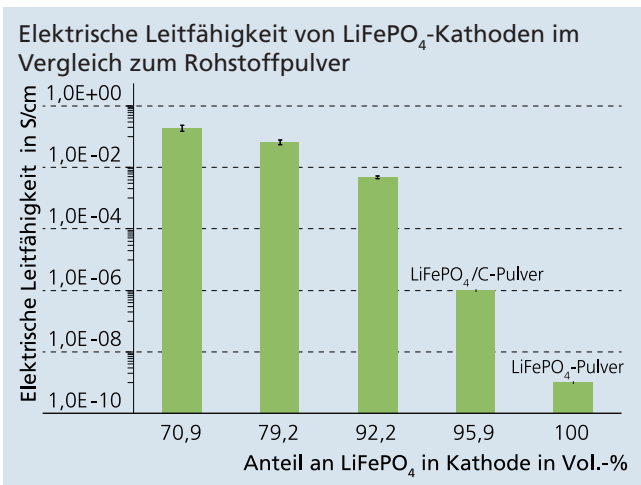
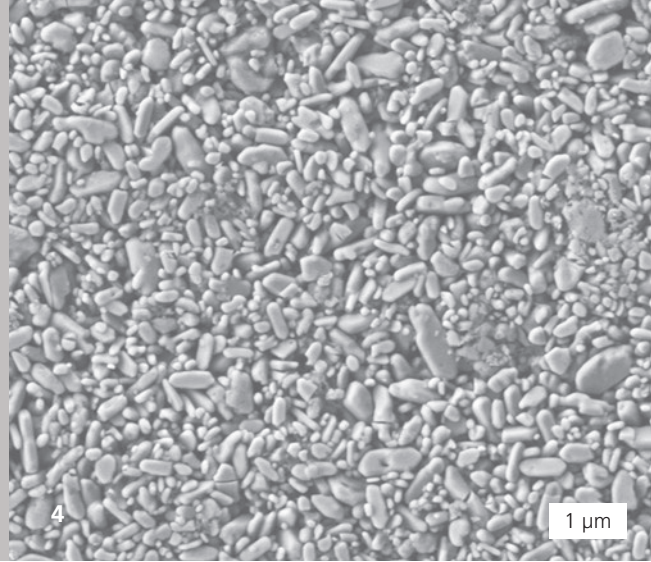
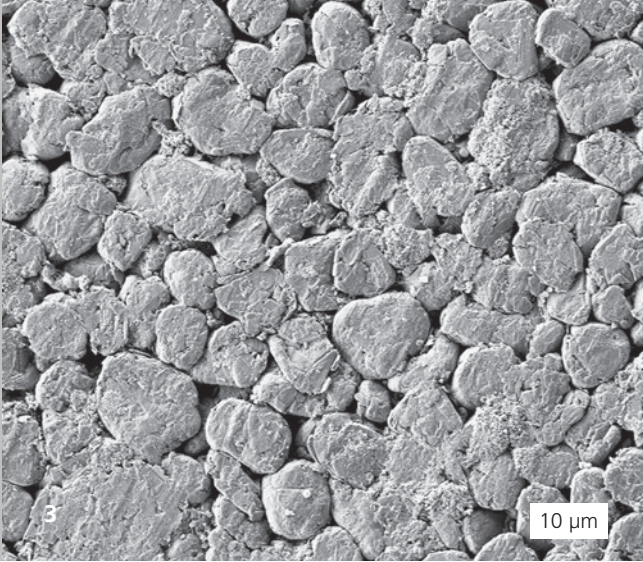
Elektrische Energiespeicher sind ein wesentlicher Baustein für die nachhaltige Gestaltung unserer zukünftigen Energieversorgung. Die Lithium-Ionen-Batterie steht dabei im Fokus der Entwicklung für die Realisierung der prognostizierten Ziele der Energiewende, beispielsweise für den Aufbau dezentraler Energiespeicher und die Elektromobilität. Insbesondere Aspekte der Sicherheit, Lebensdauer und Kosten von Batteriezellen werden aktuell weltweit erforscht. Am Fraunhofer IKTS werden durch werkstoffwissenschaftliche Ansätze und produktionstechnische Lösungen Aktivpulver in dünne Elektrodenfolien überführt, woraus folgend Batteriezellen gefertigt werden. Bei der Synthese und Dispergierung der Aktivpulver, der Herstellung der Gießschlicker und der Abscheidung der Elektroden im kontinuierlichen Foliengießprozess kommen keramische Technologien zum Einsatz. In Kooperation mit Industriepartnern wird am IKTS die vollständige Prozesskette für eine moderne Batterieherstellung abgebildet. Somit können komplexe Fragestellungen bezüglich Materialauswahl, Prozesstechnologie und resultierenden Batterieeigenschaften auch in Hinblick auf die zukünftige Skalierung einer Produktion betrachtet werden.

Lithium-Ionen-Batterien für stationäre und mobile Systeme unterscheiden sich hinsichtlich der geforderten Energie- und Leistungsdichte, wobei für die Elektrodenkonzepte unterschiedliche Aktivmaterialien eingesetzt werden. Für hohe Energiedichten werden am IKTS neuartige Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan- (NCM) und Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid-Materialien (NCA) synthetisiert, was die Produktionskosten senken und die Umweltverträglichkeit durch Verringerung des Schwermetallgehalts steigern soll. Darüber hinaus werden auch neue Materialien weltweit führender Hersteller, beispiels-

weise basierend auf LiFePO_4 , untersucht und in ihren Eigenschaften hinsichtlich Verarbeitung und Performance spezifiziert. Aufgrund unterschiedlicher Pulvereigenschaften, wie Morphologie, elektrische Leitfähigkeit oder Partikelgröße, müssen Schlicker Rezeptur und Aufbereitungsverfahren auf den Rohstoff abgestimmt werden. Für die Entwicklung werden aus der keramischen Technologie bereits bekannte sowie speziell für die Batterietechnologie notwendige Charakterisierungsmethoden, wie die Bewertung der elektrischen Schichtleitfähigkeit, Haftung von Elektroden auf Metallkollektor und Bestimmung der Volumenporosität der Elektrode, entwickelt und standardisiert.

Für LiFePO_4 -Kathoden konnte somit beispielsweise die elektrische Schichtleitfähigkeit durch Integration von Leitruß im Elektrodenkomposit im Vergleich zum Rohstoffpulver um mehrere Größenordnungen angehoben werden, was die resultierende Leistungsdichte solcher Kathoden wesentlich verbessert.



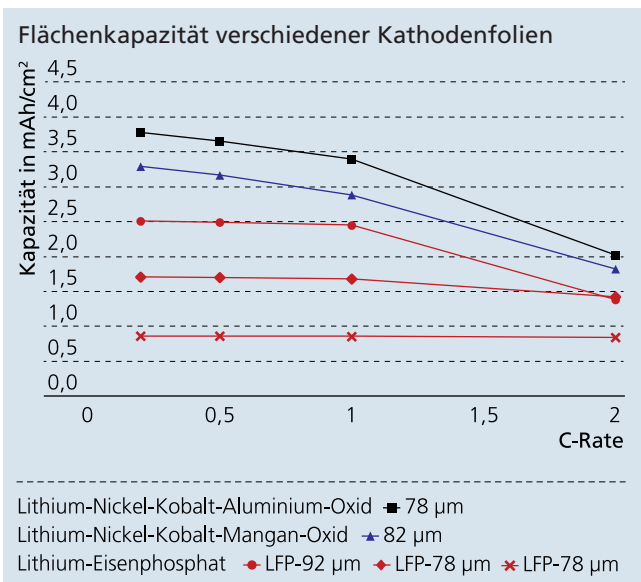


Die Auslegung der auf Graphit basierenden Anoden orientiert sich an dem jeweilig geforderten Batteriekonzept, wobei für die notwendige Zellbalancierung Parameter wie Elektrodendicke und -dichte gezielt eingestellt werden. Bisherige Untersuchungen belegen, dass für die Vielfalt an unterschiedlichen kommerziell erhältlichen Graphit-Sorten, welche sich in ihrer Synthese und Partikelmorphologie unterscheiden, eine auf das Rohstoffpulver abgestimmte Verarbeitung notwendig ist. Der Einfluss unterschiedlicher Mischverfahren, Porosität der Anode

nach der Kalanderverdichtung, Gehalt an Restfeuchte und Skalierung der Schlickermengen auf die Anodenkapazität, Zellformierung und Lebensdauer werden aktuell evaluiert.

Mit Hinblick auf eine steigende Marktdurchdringung solcher Energiespeicher stellen sich Fragen zur kosteneffizienten und umweltschonenden Elektrodenfertigung sowie zum Recycling von Batteriekomponenten. Seitens der Anode haben sich bereits wässrige Schlickersysteme in der Industrie etabliert, wobei für die Kathode das als giftig eingestufte Lösungsmittel N-Methyl-2-Pyrrolidon (NMP) Stand der Technik ist. Am Fraunhofer IKTS werden deshalb wässrige Kathodenschlicker basierend auf unterschiedlichen organischen Druckträgern erforscht.

Darüber hinaus wird eine Verminderung des notwendigen Energieeintrags bei der Elektrodentrocknung angestrebt, weil das die Produktionskosten senkt. Damit verbundene Fragen hinsichtlich Elektrodenqualität, Stabilität der oxidischen Kathodenmaterialien und resultierende Elektrodenperformance werden aktuell untersucht.



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Rezeptformulierung der Schlicker für Li-Ionen-Batterien
- Gießtechnologien zur Fertigung von Elektrodenfolien
- Bewertung von Aktivmaterialien im Aufbereitungs- und Fertigungsprozess sowie deren Performance
- Mikroskopische, elektrochemische und mechanische Charakterisierung dünner Elektrodenfolien
- Fertigung im Labormaßstab bis hin zum Upscaling für eine Technikumsproduktion

- 1 Schlickerentwicklung.
- 2 Folienguss der Elektroden.
- 3 Graphit-Anode.
- 4 Lithium-Eisenphosphat-Kathode.



ELEKTRODENFERTIGUNG FÜR LITHIUM-BATTERIEN IM TECHNIKUMSMASSTAB

Dr. Mareike Wolter, Stefan Börner, Dr. Uwe Partsch

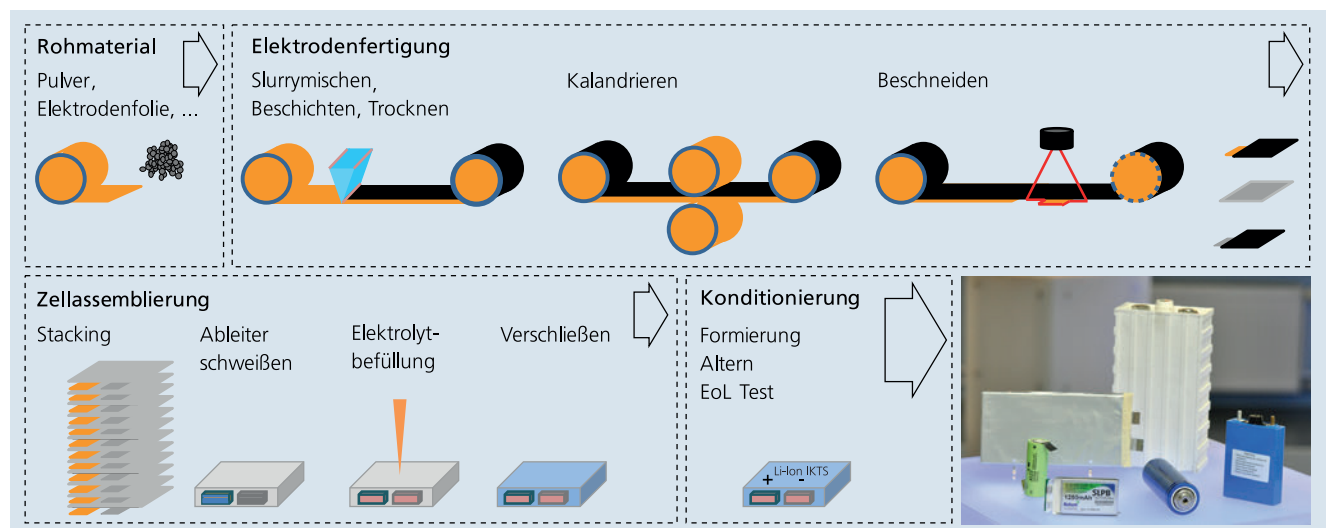
Die Technologieentwicklung im Technikumsmaßstab stellt auch für die Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien ein wesentliches Bindeglied zwischen Grundlagenuntersuchungen im Labor und der industriellen Prozessentwicklung dar. Neben der Skalierung und Optimierung von Beschichtungs- und weiteren Fertigungstechnologien sind für eine effiziente, ressourcenschonende und reproduzierbare Batterieherstellung Themen wie das Folienhandling im Prozess, die Gestaltung der Fertigungsumgebung sowie die Realisierung einer effizienten Prozessüberwachung von entscheidender Bedeutung.

Zur Bearbeitung der genannten Forschungsthemen entstand im Jahr 2012 am ThyssenKrupp-Standort Hohenstein-Ernstthal ein Technikum für die Batterieherstellung mit ca. 350 m² Trockenraumfläche. Das Technikum wird gemeinsam von der ThyssenKrupp System Engineering GmbH und dem Fraunhofer IKTS betrieben, wobei alle relevanten Fertigungsprozessschritte (Schli-

ckerherstellung/-charakterisierung, Elektrodenbeschichtung, Kalandrierung, Zuschnitt der beschichteten Elektrodenfolien, Assemblierung der Batterie, Elektrolytbefüllung sowie Formierung) abgebildet werden (Bild unten).

Zentrale Aktivitäten im Technikum laufen aktuell innerhalb des sächsisch geförderten Verbundprojekts »LiFab« zwischen der ThyssenKrupp System Engineering GmbH, dem Fraunhofer IKTS, der KMS Technology Center GmbH und der AWEBA Werkzeugbau GmbH.

Das Fraunhofer IKTS untersucht im Projekt den Teil der Prozesskette, der bis zur kalandrierten Elektrodenfolie (Anode/Kathode) führt. Der Übertrag des jahrelangen IKTS-Know-Hows bzgl. Partikeldesign, Schlickeraufbereitung und Folienbeschichtung ist dabei wichtige Voraussetzung für den Projekterfolg. Für die Schlickeraufbereitung stehen im Technikum verschiedene Mischtechnologien (Dissolver, Planetenmischer, Kneter)



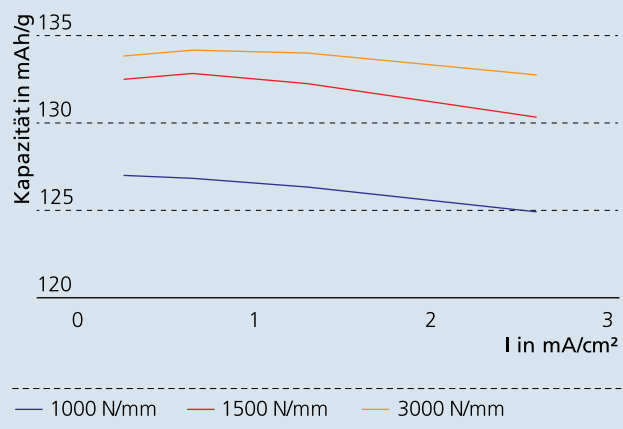


zur Verfügung. Energieeintrag und Mischdauer sind Prozessparameter, mit denen Partikelstabilität und Dispergierungsgrad definiert werden können.

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt des Projekts »LiFab« stellt der Vergleich und die Optimierung effizienter und kostensparender Beschichtungstechnologien (Doctor Blade, Comma Bar, Slot Die) dar, womit die Elektrodenschlicker auf wenige Mikrometer dicke Aluminium- oder Kupferfolien abgeschieden werden. Zielstellungen hierbei sind das Erreichen hoher Gießgeschwindigkeiten bei gleichmäßiger und reproduzierbarer Schichtdicke sowie fehlerfreie und hauffeste Elektrodenschichten. Betriebseigenschaften sowie die Langzeitstabilität der späteren Batterien werden ganz entscheidend von den morphologischen Eigenschaften der Elektrodenfolien beeinflusst. Die Wahl geeigneter Beschichtungs- und Trocknungsbedingungen sowie die anschließende Verdichtung im Kalandrierprozess sind ausschlaggebend für Porosität und mechanische Integrität der Beschichtung und damit für die elektrischen Eigenschaften der Elektrodenfolien. Um diese bereits in einem frühen Stadium quantifizieren zu können, werden Elektrodenproben in Knopfzellen verbaut und charakterisiert.

So bestimmt die Wahl der Schlickerrezepitur in Verbindung mit dem bei der Beschichtung eingestellten Flächengewicht der Elektrode, ob eine Zelle über eine sogenannte High-Power-

Entnehmbare Kapazität unterschiedlich kalandrierter LFP-Kathoden



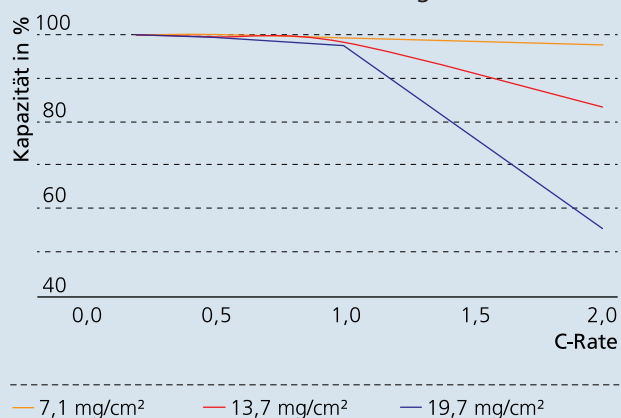
oder High-Energy-Charakteristik verfügt. Das Bild rechts zeigt exemplarisch für Lithium-Eisenphosphat-Kathoden (LFP) mit ansteigendem Flächengewicht, also höherer Speicherkapazität, dass aus dickeren Elektroden bei ansteigender Entladerate (C-Rate) nicht mehr die volle Kapazität entnehmbar ist.

Darüber hinaus entscheidet der Kalandrierungsgrad, gerade bei Aktivmaterialien mit geringer Leitfähigkeit wie LFP, in welchem Maße die verfügbare gravimetrische Kapazität beim Entladen tatsächlich entnommen werden kann. Nur bei vergleichsweise hohem Verdichtungsgrad, d. h. mit der entsprechenden Flächenlast beim Kalandrieren, wird eine ausreichend hohe Packungsdichte der im Bereich einiger weniger hundert Nanometer großen LFP-Partikel möglich (Bild oben).

Neben der Bearbeitung öffentlich geförderter Verbundprojekte steht das Technikum interessierten Industriekunden zur Verfügung, um Materialtests durchzuführen bzw. Technologieoptimierungen vorzunehmen. Die Maschinenbautechnische Expertise des LiFab-Konsortiums gestattet umfassende Anpassungen des Fertigungsequipments entsprechend der Kundenanforderungen.

- 1 Eröffnung Batterietechnikum.
- 2 Mischversuche.
- 3 Elektrodenbeschichtung.
- 4 Trocknung im Beschichter.

Ratenabhängige entnehmbare Kapazität für LFP-Kathoden unterschiedlichen Flächengewichts





1



2

KERAMISCHE MATERIALIEN FÜR STATIONÄRE ELEKTRISCHE ENERGIESPEICHER

Dr. Matthias Schulz

Der Ausbau regenerativer Energien und der Rückbau fossiler sowie nuklearer Energieträger führen zu völlig neuen Anforderungen an die vorhandene Netz-Infrastruktur. Der »mismatch« zwischen saisonaler und regionaler Energieerzeugung und dem Energieverbrauch erfordert neue Netzarchitekturen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser neuen Netze sind stationäre elektrische Energiespeicher. Keramische Hochleistungsmaterialien mit ihrem großen Portfolio an einstellbaren Eigenschaften spielen in verschiedenen Batteriesystemen bereits eine entscheidende Rolle. Am Fraunhofer IKTS werden derzeit die folgenden keramisch basierten Batterietypen weiterentwickelt:

- Natrium-basierte Hochtemperaturbatterien
- Metall/Luft-Batterien mit keramischen Katalysatoren und Separatoren

terisiert wird. Die Leitfähigkeit der Keramik für Natriumionen sowie elektrochemische Prozesse in Batteriezellen werden so messtechnisch erfasst und ausgewertet.

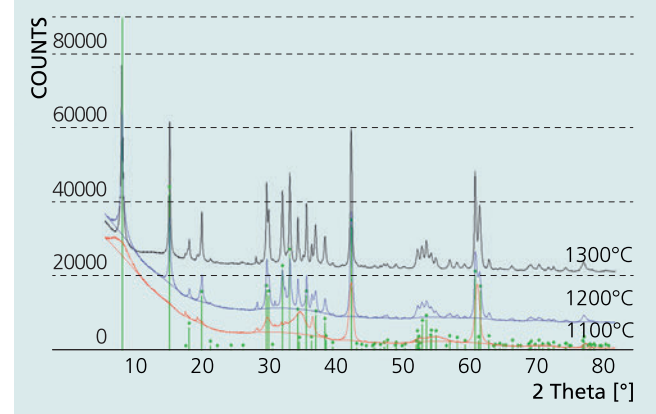
So detektierte vielversprechende Na-β"-Aluminate sollen anschließend durch geeignete Formgebungsverfahren zu Festelektrolyten verarbeitet werden. Ziel ist hierbei die Optimierung der Energiedichte durch ein angepasstes Design. Dabei beeinflussen im Gegensatz zu Entwicklungen bei der Elektromobilität andere Faktoren das Design sowohl des keramischen Elektrolyten, der Batteriezelle als auch des gesamten Batteriesystems.

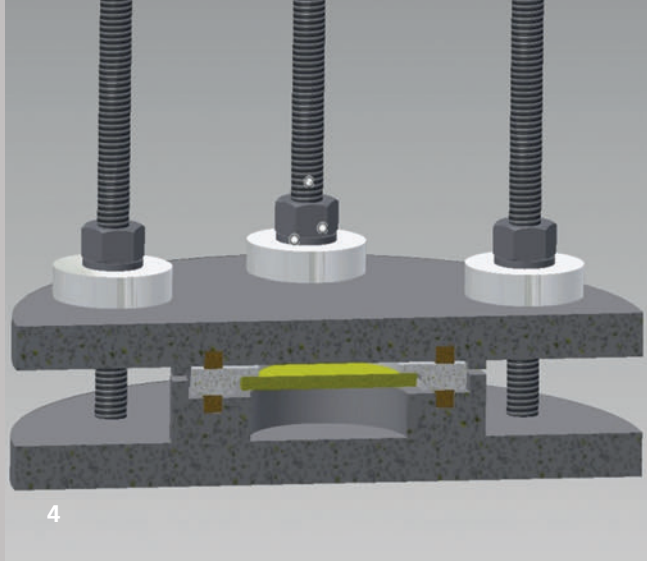
Natrium-basierte Hochtemperaturbatterien

Aufbauend auf Entwicklungen für den e-mobility-Bereich aus den 80er und 90er Jahren werden angepasste Natrium-basierte Hochtemperaturbatterien (Na/S und Na/NiCl₂) auch für stationäre Anwendungen entwickelt. Basis dieser Technologie ist Na-β"-Aluminat als Na-Ionen-Leiter. Durch gezielte Variation der Keramiksynthese werden der Phasenbestand, die strukturellen und damit auch die elektrochemischen Eigenschaften systematisch in Richtung leistungsfähiger Keramiken entwickelt. Dazu werden verschiedene Rohstoffe und unterschiedliche keramische Technologien herangezogen.

Spezielle Hochtemperatur-Testzellen wurden entwickelt in welchen die Keramik hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit charak-

Phasenbestand eines Li-stabilisierten Na-β"-Aluminats bei verschiedenen Temperaturen





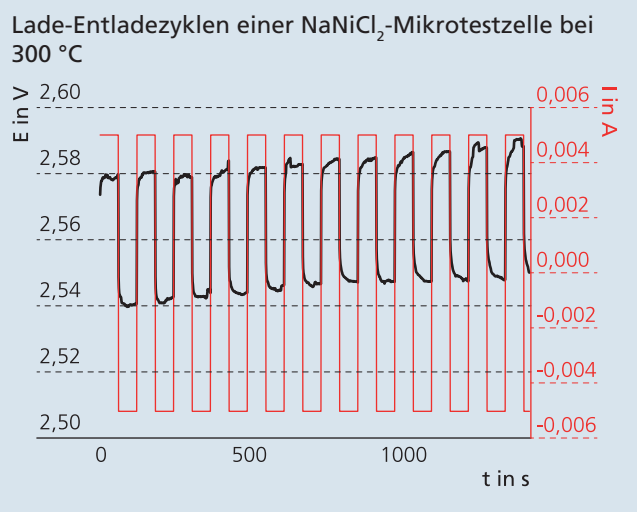
Metall/Luft-Batterien

Metall/Luft-Batterien zeichnen sich durch eine einfache und robuste Bauweise sowie durch eine hohe Energiedichte aus. Von Vorteil ist hierbei, dass nur die Metallanode zur elektrochemisch aktiven Masse der Batterie beiträgt während die aktive Kathodenkomponente durch die Umgebungsluft bzw. den darin enthaltenen Sauerstoff bereitgestellt wird.

Am Fraunhofer IKTS werden Zn/Luft-Batterien mit keramischen Separatoren und Katalysatoren für stationäre Anwendungen entwickelt. Wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Metall/Luft-Batterien hat die Lufterlektrode, welche ein Kompositmaterial aus einem in Kohlenstoff eingebetteten Katalysator und einem metallischen Stromsammeler darstellt. Am Fraunhofer IKTS werden diesbezüglich Mischoxid-Keramiken entwickelt und in Verbindung mit metallischen Strukturen auf porösen keramischen Separatoren appliziert. Erste experimentelle Ergebnisse an kleinen Testzellen zeigten geringe Überspannungen bzw. hohe Ruhepotenziale von ca. 1,55 V (theoretisch 1,65 V). In den noch zu optimierenden Zn/Luft-Zellen konnten bisher Entladestromdichten bis 20 mA/cm² bei 1 V erreicht werden. Durch weitere Material- und Gefügeoptimierung der Kathoden ist eine deutliche Erhöhung der Leistungsdichten zu erwarten.

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Europäischen Union und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) sowie dem Freistaat Thüringen für die finanzielle Unterstützung (Projekt-Nr. 2011 FGR 089).



- 1 *NaNiCl₂-Mikrotestzelle in der Glovebox.*
- 2 *Gesinterte Na-B"-Aluminat-Proben.*
- 3 *Arbeiten an der Glovebox.*
- 4 *3D-Modell einer planaren Hochtemperaturbatterie für Testzwecke.*



KOOPERATIONSAUSBAU IN VERBÜNDEN, ALLIANZEN UND NETZWERKEN

Die Wissenschaftler des Fraunhofer IKTS sind in zahlreichen thematisch orientierten Netzwerken, Allianzen und Verbänden aktiv. Dadurch können wir unseren Kunden eine gemeinsame und koordinierte Leistung anbieten.

Mitgliedschaft in Fraunhofer-Verbänden, Allianzen, Netzwerken und Demonstrationszentren

Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V. (AGEF)

Carbon Composites e.V. (CCeV)

DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. (DKG)

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM)

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS)

DRESDEN-concept e.V.

Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik

Energy Saxony e.V.

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB)

European Powder Metallurgy Association (EPMA)

Expertenkreis Hochtemperatursensorik in der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V.

Expertenkreis Keramikspritzguss (CIM) in der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V. (DKG)

Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Hochschulrat

Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. (FAD)

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Fraunhofer-Allianz AdvanCer

Fraunhofer-Allianz Batterien

Fraunhofer-Allianz Energie

Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Fraunhofer-Allianz SysWasser	Meeting of Refractory Experts Freiberg e.V. (MORE)
Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer	Mikro-Nanotechnologie Thüringen e.V. (MNT)
Fraunhofer-Netzwerk Sensorik	NanoMat – überregionales NETZWERK für Materialien der Nanotechnologie
Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS	Nanotechnologie-Kompetenzzentrum »Ultradünne funktionale Schichten«
Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH (GWT)	Netzwerk BioMeT Dresden
Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. (GTS)	ProcessNet – eine Initiative von DECHEMA und VDI-GVC, Fachausschuss Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik
Gemeinschaftsausschuss Hochleistungskeramik der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. und der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V.	Silicon Saxony e.V.
Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung e.V. (GFE)	Treffpunkt Keramik Dresden
International Zeolite Association	Verband der Wirtschaft Thüringens e.V. – Ausschuss für Forschung und Innovation
International Energy Agency (IEA) Implementing Agreement on Advanced Fuel Cells	Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)
Informations- und Beratungszentrum TransNanoPowder	
Materialforschungsverbund Dresden e.V. (MFD)	

DER FRAUNHOFER-VERBUND WERKSTOFFE, BAUTEILE – MATERIALS

Fraunhofer-Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Schwerpunktmäßig setzt der Verbund sein Know-how in den Geschäftsfeldern Energie und Umwelt, Mobilität, Gesundheit, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen und Wohnen, Mikrosystemtechnik sowie Sicherheit ein. Über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen sowie die Bewertung des kundenspezifischen Einsatzverhaltens werden Systeminnovationen realisiert.

Schwerpunktt Themen

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung und Energiespeicherung
- Verbesserung der Biokompatibilität und der Funktion von medizinisch oder biotechnisch eingesetzten Materialien

- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- Verbesserung der Nutzung von Rohstoffen und Qualitätsverbesserung der daraus hergestellten Produkte

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Angewandte Polymerforschung IAP
- Bauphysik IBP
- Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Chemische Technologie ICT
- Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI
- Keramische Technologien und Systeme IKTS
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Silicidforschung ISC
- Solare Energiesysteme ISE
- System- und Innovationsforschung ISI
- Werkstoffmechanik IWM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM (Gastinstitut)
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB (Gastinstitut)

Verbundvorsitzender

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

www.materials.fraunhofer.de



DIE FRAUNHOFER-ALLIANZ ADVANCER

Systementwicklung mit Hochleistungskeramik

Der Einsatz von Hochleistungskeramik ermöglicht neue Anwendungen in der Energietechnik, dem Maschinen- und Anlagenbau oder der Medizintechnik. Bekannte Beispiele sind Brennkammerauskleidungen, Wälzlager und Implantate. Keramische Hochleistungswerkstoffe haben sich als ausgewiesenes Kompetenzfeld der Fraunhofer-Gesellschaft etabliert.

In der Allianz AdvanCer haben sich sieben Fraunhofer-Institute (IKTS, IPK, IPT, ISC, IWM, IZFP und LBF) zusammengeschlossen. Ihr Forschungsspektrum reicht entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Modellierung und Simulation über die anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung, die Fertigung und Bearbeitung von keramischen Komponenten bis hin zur Bauteilcharakterisierung, Bewertung und zerstörungsfreier Prüfung unter Einsatzbedingungen. Aktuelle Schwerpunkte der Forschung und Entwicklung (FuE) sind Verbundtechnologien und Integrationstechniken für eine keramikgerechte Systemauslegung.

Weiterhin hat die Fraunhofer-Allianz AdvanCer ein umfassendes Präsentations-, Schulungs- und Beratungsangebot zur Hochleistungskeramik aufgebaut, um vor allem kleine und mittelständische Unternehmen bei komplexen Aufgabenstellungen von der Prototypentwicklung bis hin zum Technologietransfer zu unterstützen.

Seit 2005 bietet AdvanCer ein Schulungsprogramm für Techniker und Ingenieure an. Die drei angebotenen Schulungsblöcke bauen aufeinander auf, können jedoch auch als Einzelseminare in Anspruch genommen werden.

Aufgabenspektrum

- Werkstoffentwicklung für Strukturkeramik, Funktionskeramik, faserverstärkte Keramik, Cermets, Keramikverbunde und adaptive Verbundwerkstoffe
- Bauteilauslegung und Funktionsmusterentwicklung
- Systemintegration und Nachweis der Serienfähigkeit
- Pulver-, Faser- und Beschichtungstechnologien
- Werkstoff-, Bauteil- und Prozesssimulation
- Material- und Bauteilprüfung, Prooftest und zerstörungsfreie Prüfverfahren
- Fehlerbewertung, Schadensanalysen, Qualitätsmanagement

Leistungsangebot

- Beratung und Machbarkeitsstudien
- Methoden- und Technologieentwicklung
- Prototypentwicklung, Technologietransfer
- Auftragsforschung, Durchführung von Verbundprojekten
- Workshops, Seminare, Schulungen

Sprecher der Allianz

Dr. Michael Zins
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
michael.zins@ikts.fraunhofer.de

www.advancer.fraunhofer.de

1 Kugelgestrahlte keramische Zahnräder.



TREFFPUNKT KERAMIK DRESDEN

Der Treffpunkt Keramik ist fester Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit des Instituts. Unternehmen nutzen den schnellen Zugang über den Treffpunkt Keramik zur Forschungsinfrastruktur der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IKTS, der TASK GmbH und den verschiedenen Mitgliedern ist die Basis für verschiedenste Industrieprojekte, von der Charakterisierung von Werkstoffen bis zum exklusiven Entwicklungsprojekt für die Serienproduktion. Die Möglichkeit, in einem Raum die aktuellsten Forschungsthemen zu sehen und gleichzeitig den Kontakt zu

potenziellen Lieferanten herstellen zu können, ist ein weiteres Alleinstellungsmerkmal für das Institut. Über die Fraunhofer-Allianz AdvanCer profitieren hiervon weitere Institute.

Gemeinsam wird der Bogen vom Rohstoff bis zum System und von den Prototypen bis zur industriellen Serienkomponente gezeigt. In den Seminarveranstaltungen und Schulungen des Demonstrationszentrums AdvanCer wird durch die Präsentation des Stands der Technik die von den Teilnehmern gewünschte Praxisnähe verstärkt und zusätzliches Vertrauen in die Bewertung der Forschungsansätze gestärkt. Damit besteht insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ein Projektforum, das die Kontakte zu Projektträgern und Forschungseinrichtungen vereinfacht. Das Volumen der Forschung für Industrieverbände wird hierdurch positiv beeinflusst.

Durch die wechselseitige Einbindung in zahlreiche Veranstaltungen haben sich im Jahr 2012 mehr als 1500 Besucher in Dresden über Produktinnovationen und Bezugsquellen informiert. Viele neue Exponate stammen aus dem Bereich der Energie- und Umwelttechnologie. Zunehmend steigt das Interesse von Zulieferern der Branche. Der Treffpunkt Keramik auf der CERAMITEC in München war mit einer Gesamtfläche von 325 m² und 30 Mitausstellern ein herausragender Erfolg.

Die Mitglieder im Treffpunkt Keramik

TASK
Technologie-Agentur
Struktur-Keramik



1 Ceramitec – Tag der Technischen Keramik.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Erteilte Patente 2012

Adam, H.; Franke, M.; Grunig, S.; Sikora, J.-R., Winterstein, G.
Anordnung zur Überwachung des Verschleißzustandes der Feuerfestauskleidung von Schmelzwannen, insbesondere von Glasschmelzwannen
DE 102 44 826 B4

Böttge, D.; Adler, J.; Standke, G.
Zellulärer Werkstoff für Hochtemperaturanwendungen und Verfahren zu seiner Herstellung
EP 2 373 418 B1

Endler, I.
Hartstoffbeschichtete Körper und Verfahren zu deren Herstellung
IN 251021

Endler, I.; Höhn, M.
Beschichtete Körper aus Metall, Hartmetall, Cermet, Keramik oder Halbleiterwerkstoff sowie Verfahren zur Beschichtung derartiger Körper
DE 10 2009 028 577 B4

Endler, I.; Höhn, M.
Hartstoffbeschichtete Körper und Verfahren zu deren Herstellung
US 8 257 841 B2
MX 295 034
CN 101 952 480 B

Herrmann, M.; Matthey, B.
Verfahren zur Herstellung von Verbundbauteilen und ein mit dem Verfahren hergestelltes Verbundbauteil
DE 10 2011 109 573 B3

Kusnezoff, M.; Mosch, S.; Trofimenko, N.
Kathode-Elektrolyt-Anode-Einheit für Festoxid-Brennstoffzellen und Verfahren zu deren Herstellung
EP 1 806 805 B1

Kusnezoff, M.; Reuber, S.
Hochtemperaturbrennstoffzellensystem
DE 10 2009 031 774 B4

Lenk, R.; Moritz, T.; Baumann, A.
Haftfester Metall-Keramik-Verbund und Verfahren zu seiner Herstellung
EP 2 104 582 B1

Lenk, R.; Richter, H.-J.; Sitte, H.; Haußig, R.
Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von strukturierten Breit-Flach-Erzeugnissen
DE 101 38 941 B4

Luthardt, R.G.; Rudolph, H.; Johannes, M.; Voigtsberger, B.
Verfahren zur Herstellung von Implantaten und Komponenten durch direkte Formgebung
CA 2 696 384 C

Moritz, T.; Richter, H.-J.; Baumann, A.; Lenk, R.; Walcher, H.; Maetzig, M.
Keramischer und/oder pulvermetallurgischer Verbundformkörper und Verfahren zu seiner Herstellung
DE 10 2007 003 192 B4

Rödig, T.; Füssel, A.
Verfahren zur Herstellung einer Anpassungsschicht für Ultraschallwandler
DE 10 2009 021 680 B4

Sauchuk, V.; Otschik, P.; Eichler, K.; Kusnezoff, M.
Katalytisch aktives Bauelement für Thermoionisationsdetektoren zum Nachweis von halogenhaltigen Verbindungen und Verfahren zur Herstellung eines oxidkeramischen Werkstoffes für das Bauelement
JP 5 114 483

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Seffner, L.
Verfahren zur Herstellung eines piezoelektrischen Wandlers
JP 4 896 331

Schmitt-Walter, S.; Seffner, L.; Rödig, T.; Gebhardt, S.; Brückner, B.; Schönecker, A.
Drucksensor
JP 5 040 008

Schwarz, B.; Faßbauer, B.; Friedrich, H.; Michaelis, A.; Friedrich, E.
Verfahren zur Konversion von Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen zu Biogas in anaeroben Fermentern
EP 2 183 374 B1

Waeschke, U.; Kusnezoff, M.; Otschik, P.
Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Brennstoffzelle
EP 1 428 283 B1

Ziesche, S.; Kusnezoff, M.; Henze, J.; Beckert, W.; Kretzschmar, C.; Griebmann, H.
Anordnung und Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffpartialdrucks in einem Gasgemisch
DE 10 2007 058 565 B4

Patentanmeldungen 2012

Ahlhelm, M.; Moritz, T.
Synthetisches Knochenersatzmaterial und Verfahren zu seiner Herstellung

Arnold, M.; Lausch, H.
Implantatformkörper

Eberstein, M.; Feller, C.
Referenzelektrode mit poröser keramischer Membran

Herrmann, M.; Standke, G.; Himpel, G.; Höhn, S.; Kunze, S.
Feuerfestwerkstoff für Hochtemperaturanwendungen, Verfahren zu seiner Herstellung sowie seine Verwendung

Johannes, M.; Schneider, J.
Keramische Sinterformkörper aus Y_2O_3 -stabilisiertem Zirkonoxid und Verfahren zur Herstellung eines keramischen Sinterformkörpers aus Y_2O_3 -stabilisiertem Zirkonoxid

Lausch, H.; Brand, M.; Arnold, M.
Stimulationszelle und Verfahren zur in vitro Stimulation von Zellen und Geweben

Lausch, H.; Brand, M.; Arnold, M.; Deshaes, José
Verfahren, Vorrichtung und tragbares Messgerät zur Detektion biologischer Moleküle in Schichten eines Schichtsystems

Mammitzsch, L.; Petasch, U.; Adler, J.; Wiegmann, A.; Cheng, L.
Partikelfilter

- Martin, H.-P.; Andersen, O.; Scholl, R.; Weißgärber, T.; Pacheco, V.
Thermoelektrisches Modul
- Richter, H.-J.; Scheithauer, U.; Haderk, K.; Refle, O.; Visotschnig, R.; Graf, C.
Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Formkörper durch schichtweisen Aufbau
- Scheithauer, U.; Ahlhelm, M.; Moritz, T.
Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus pulverförmigem keramischem oder metallischem Werkstoff
- Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Rost A.
Zusammensetzung für die Herstellung von Glasloten für Hochtemperaturanwendungen sowie deren Verwendung
- Scholl, R.; Slawik, T.
Sinterunterlagen
- Scholl, R.; Slawik, T.; Scheithauer, U.
Pulvergemisch für die Herstellung metallischer und/oder keramischer Bauteile, Verfahren zur Herstellung des Pulvergemisches sowie Verfahren zur Herstellung von Bauteilen
- Ziegler, T.; Schäfer, R.; Kraft, T.; Graf, C.; Visotschnig, R.; Richter, H.-J.; Haderk, K.
Zahnersatz
- **Buch- und Zeitschriftenbeiträge**

- Bodur, C.T.; Thiele, M.; Herrmann, M.
Influence of microstructure on crack tip toughness of α -Sialon ceramics
- Journal of Ceramic Science and Technology 3(2012), Nr.3, S.105-110
- Borchardt, L.; Hoffmann, C.; Oschatz, M.; Mammitzsch, L.; Petasch, U.; Herrmann, M.; Kaskel, S.
Preparation and application of cellular and nanoporous carbides
- Chemical Society Reviews 41(2012), Nr.15, S.5053-5067
- Bräunig, R.E.; Fuchs, T.; Lenzner, K.; Luks, A.; Meyer, A.; Stein, J.; Potthoff, A.
NanOnLine – Online-Nanopartikelcharakterisierung für die Produktion
- Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012
ISBN 978-3-8396-0363-5
- Czyperek, M.; Baumann, S.; Bouwmeester, H.J.; Meulenber, W.A.; Modigell, M.; Serra, J.M.; Shishatskiy, S.; Voigt, I.; Schulze-Küppers, F.
Membrain gas separation membranes for energy-efficient processes
- Procedia Engineering 44(2012), S.1554-1556
- Duscher, S.; Herrmann, K.; Weyd, M.; Voigt, I.
Wirtschaftlicher Einsatz keramischer Membranen zur integrierten Prozesswasserbewirtschaftung – Fallbeispiele
- Chemie-Ingenieur-Technik 84(2012), Nr.7, S.1018-1025
- Eberstein, M.; Falk-Windisch, H.; Peschel, M.; Schilm, J.; Seuthe, T.; Wenzel, M.; Kretzschmar, C.; Partsch, U.
Sintering and contact formation of glass containing silver pastes
- Energy Procedia 27(2012), S.522-530
- Eckhard, S.; Fries, M.; Lenzner, K.; Nebelung, M.
Variation der Produkteigenschaften sprühgetrockneter SiO₂-Granulate aus nanoskaligen Primärpartikeln
- Chemie-Ingenieur-Technik 84(2012), Nr.3, S.335-342
- Endler, I.; Höhn, M.; Schmidt, J.; Scholz, S.; Herrmann, M.; Knaut, M.
Ternary and quaternary TiSiN and TiSiCN nanocomposite coatings obtained by Chemical Vapor Deposition
- Surface and Coatings Technology (2012), doi: 10.1016/j.surfcoat.2012.10.067, online first
- Fausser, G.; Schneider, M.
Comparison between state of charge determination methods for lithium-ion batteries based on the measurement of impedance, voltage and coulomb counting
- Kanoun, O.(Hrsg.); Lecture Notes on Impedance Spectroscopy 3(2012), S.85-90
- Feng, B.; Martin, H.-P.; Hempel-Weber, R.; Michaelis, A.
Preparation and thermoelectric properties of B₄C-Si-B composites
- AIP Conference Proceedings 1449(2012), S.315-318
- Freund, S.; Gaal, A.
AdvanCer Newsletter.
- Ausgaben 2012/1, 2, 3
Dresden: Fraunhofer-Allianz AdvanCer, 2012
- Fries, M.; Potthoff, A.; Eisele, U.
Activity report of the working group properties of synthetic processing of ceramic raw materials. Editorial
- International Journal of Materials Research 103(2012), Nr.4, S.523-524
- Frind, R.; Borchardt, L.; Kockrick, E.; Mammitzsch, L.; Petasch, U.; Herrmann, M.; Kaskel, S.
Complete and partial oxidation of methane on ceria/platinum silicon carbide nanocomposites
- Catalysis Science & Technology 2(2012), Nr.1, S.139-146
- Grund, M.; Schulz, M.; Sydow, U.
Entwicklung von Festkörperelektrolyten auf Basis von B⁺ Aluminiumoxidkeramiken für Na-Hochtemperaturbatterien
- Werkstofftechnik aktuell 7(2012), S.9-12
- Heddrich, M.P.
Thermodynamische Analyse von SOFC-Systemkonzepten und experimentelle Validierung
- Michaelis, A.(Hrsg.); IKTS Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe, 14)
Zugl.: Clausthal, TU, Diss., 2012
ISBN 978-3-8396-0466-3
- Herrmann, M.; Höhn, S.; Bales, A.
Kinetics of rare earth incorporation and its role in densification and microstructure formation of α -Sialon
- Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.7, S.1313-1319
- Herrmann, M.; Matthey, B.; Höhn, S.; Kinski, I.; Rafaja, D.; Michaelis, A.
Diamond-ceramics composites – New materials for a wide range of challenging applications
- Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.9, S.1915-1923

- Herrmann, M.; Sigalas, I.; Thiele, M.; Kleebe, H.-J.; Michaelis, A.; Müller, M.M. **Boron suboxide ultrahard materials** International Journal of Refractory Metals and Hard Materials (2012), doi: 10.1016/j.ijrmhm.2012.02.009, online first
- Jobst, K.; Lincke, M. **Methoden zur Ermittlung der physikalischen Parameter: Viskosität: Modifizierung von Messsystemen für den Einsatz an faserigen Suspensionen** Liebetrau, J. (Hrsg.) u.a.; DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung« Band 7) Leipzig: DBFZ, 2012, S.84-94
- Johannes, M.; Schneider, J. **Processing of nanostructured zirconia composite ceramics with high aging resistance** Journal of Ceramic Science and Technology 3(2012), Nr.3, S.151-158
- Johnson, O.T.; Sigalas, I.; Herrmann, M.; Kleebe, H.J. **Densification and properties of superhard B₂O₃ materials with cobalt additions** Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.10, S.2573-2579
- Kavurucu Schubert, S.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.; Bredikhin, S.I. **Comparison of the performances of single cell solid oxide fuel cell stacks with Ni/8YSZ and Ni/10CGO anodes with H₂S containing fuel** Journal of Power Sources 217(2012), S.364-372
- Kavurucu Schubert, S. **Effects of hydrogen sulfide in fuel gas on SOFC stack performance with nickel containing anodes** Michaelis, A.(Hrsg.); IKTS Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe 13) Zugl.: Dresden, TU, Diss., 2012 ISBN 978-3-8396-0462-5
- Khavrus, V.O.; Weiser, M.; Fritsch, M.; Ummethala, R.; Salvaggio, M.G.; Schneider, M.; Kusnezoff, M.; Leonhardt, A. **Application of carbon nanotubes directly grown on aluminum foils as electric double layer capacitor electrodes** Chemical Vapor Deposition: CVD 18(2012), Nr.1-3, S.53-60
- Kircheisen, R.; Töpfer, J. **Nonstoichiometry, point defects and magnetic properties in Sr(2)FeMoO(6-δ) double perovskites** Journal of Solid State Chemistry 185(2012), S.76-81
- Kühnel, D.; Scheffler, K.; Wellner, P.; Meißner, T.; Potthoff, A.; Busch, W.; Springer, A.; Schirmer, K. **Comparative evaluation of particle properties, formation of reactive oxygen species and genotoxic potential of tungsten carbide based nanoparticles in vitro** Journal of Hazardous Materials 227-228(2012), S.418-426
- Lackner, G.; Endler, I.; Meissner, F.; Scholz, S.; Mayer-Uhma, T.; Liebschner, R.; Bezugly, V.; Meiss, J.; Mkandawire, M.; Boucher, R.; Michaelis, A.; Lupascu, D.C. **Dyes in vertically aligned carbon nanotube arrays for solar cell applications** Materials Research Society Symposium Proceedings 1390(2012), S.155-160
- Lackner, G.; Mayer-Uhma, T.; Endler, I.; Boucher, R.; Meißner, F.; Scholz, S.; Krug, M.; Bezugly, V.; Mkandawire, M.; Majumder, A.; Kovalenko, D.A.; Conze, S.; Hildebrandt, S.; Michaelis, A.; Lupascu, D.C. **Dyes in carbon nanotube arrays** Journal of Materials Science and Engineering. B 2(2012), Nr.6, S.334-346
- Lausch, H. **Strom ohne Kabel übertragen** Polyscope (2012), Nr.16, S.48
- Lehmann, T.; Friedrich, E. **Lignozellulosehaltige Substrate – (k)ein Problem für Biogasanlagen?** Landtechnik 67(2012), Nr.2, S.114-117
- Lehmann, T.; Friedrich, E. **Stroh statt Feldfrüchte** Landtechnik 67(2012), Nr.5, S.358-360
- Liang, F.; Jiang, H.; Luo, H.; Kriegel, R.; Caro, J. **High-purity oxygen production by a dead-end Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-δ} tube membrane** Catalysis Today 193(2012), Nr.1, S.95-100
- Lincke, M.; Schwarz, B. **Methoden zur Ermittlung der biologischen Parameter: Gasertragstest (Batch)** Liebetrau, J. (Hrsg.) u.a.; DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung« Band 7) Leipzig: DBFZ, 2012, S.123-127
- Lincke, M.; Schwarz, B. **Methoden zur Ermittlung der biologischen Parameter: Kontinuierliche Vergärungsversuche** Liebetrau, J. (Hrsg.) u.a.; DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung« Band 7) Leipzig: DBFZ, 2012, S.128-131
- Lincke, M.; Jobst, K. **Methoden zur Ermittlung der physikalischen Parameter: Partikelgrößenverteilung** Liebetrau, J. (Hrsg.) u.a.; DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung« Band 7) Leipzig: DBFZ, 2012, S.69-72

- Littringer, E.M.; Mescher, A.; Eckhard, S.; Schröttner, H.; Langes, C.; Fries, M.; Griesser, U.; Walzel, P.; Urbanetz, N.A.
Spray drying of mannitol as a drug carrier – The impact of process parameters on product properties
Drying Technology 30(2012), Nr.1, S.114-124
- Lomtscher, A.
Methoden zur Ermittlung der physikalischen Parameter: Strömungsuntersuchung: Einsatz der Prozess-Tomographien
Liebetrau, J. (Hrsg.) u.a.; DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Messmethodensammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung« Band 7)
Leipzig: DBFZ, 2012, S.101-105
- Lubkowski, G.; Kuhnhen, J.; Suhrke, M.; Weiland, U.; Endler, I.; Meißner, F.; Richter, S.
Gamma radiation effects in vertically aligned carbon nanotubes
IEEE Transactions on Nuclear Science 59(2012), Nr.4, Pt.1, S.792-796
- MachHaka, R.; Mwakikunga, B.W.; Manikandan, E.; Derry, T.E.; Sigalas, I.; Herrmann, M.
Mechanical and structural properties of fluorine-ion-implanted boron suboxide
Advances in Materials Science and Engineering. Online Journal(2012), Art. 792973, 11 S., doi:10.1155/2012/792973
- Meißner, T.
Methoden der Nanopartikelcharakterisierung zur Optimierung toxikologischer Studien
Michaelis, A. (Hrsg.); IKTS Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe 12)
Zugl.: Dresden, TU, Diss., 2012 ISBN 978-3-8396-0412-0
- Michaelis, A.; Schneider, M. (Hrsg.)
Symposium »Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie«
Tagungsband; IKTS Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012 ISBN 978-3-8396-0481-6
- Moraes, I.R. de; Scholz, S.; Lüssem, B.; Leo, K.
Chemical degradation processes of highly stable red phosphorescent organic light emitting diodes
Organic Electronics 13(2012), Nr.10, S.1900-1907
- Moritz, T.; Mannschatz, A.; Müller-Köhn, A.; Kucera, A.
Current opportunities and challenges for CIM technology
Ceramic Forum International: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 89(2012), Nr.10, S.E21-E25
- Naidoo, M.; Räthel, J.; Sigalas, I.; Herrmann, M.
Preparation of (Ti,Ta)-(C,N) by mechanical alloying
International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 35(2012), S.178-184
- Ortmann, C.; Oberbach, T.; Richter, H.; Puhlfürß, P.
Preparation and characterization of ZTA bioceramics with and without gradient in composition
Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.4, S.777-785
- Pawlowski, B.; Schabbel, D.; Barth, S.; Fischer, M.; Bartsch, H.; Hoffmann, M.; Müller, J.
SiCer – ein innovativer Substratwerkstoff für MEMS
Keramische Zeitschrift 64(2012), Beilage Handbuch der Keramik (2012), Gruppe II K 4.3, Folge 461
- Pavlyuchkov, D.; Fabrichnaya, O.; Herrmann, M.; Seifert, H.J.
Thermodynamic assessments of the Al₂O₃-Al₄C₃-AlN and Al₄C₃-AlN-SiC systems
Journal of Phase Equilibria and Diffusion 33(2012), Nr.5, S.357-368
- Pensold, S.; Höhn, S.
Ion beam etching: New technique for high-resolution structural analyses of coatings
IPW (2012), Nr.4-5, S.44-47
- Pötschke, J.; Richter, V.; Holke, R.
Influence and effectivity of VC and Cr₃C₂ grain growth inhibitors on sintering of binderless tungsten carbide
International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 31(2012), S.218-223
- Pönicke, A.; Schilm, J.; Triebert, A.; Sempf, K.; Gestrich, T.; Martin, H.-P.; Böhm, G.; Schnee, D.
Aktivlötten von Kupfer mit Aluminiumnitrid- und Siliziumnitridkeramik, Teil 1
Keramische Zeitschrift 64(2012), Beilage Handbuch der Keramik (2012), Gruppe II K 4.4, Folge 462
- Rabbow, T.J.; Junker, N.; Kretzschmar, C.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Electrochemically induced degradation of screen-printed gold thick films
Journal of Ceramic Science and Technology 3(2012), Nr.4, S.199-210
- Reichel, U.
Mikrostruktur und Eigenschaften von mit Nanometallfluorid dotierter hochreiner Aluminiumoxid-Keramik
Kriegesmann, J. (Hrsg.): Technische Keramische Werkstoffe, Loseblattausgabe, Ellerau: HvB-Verlag, Kapitel 4.2.1.3
- Reinecke, S.; Deutschmann, A.; Jobst, K.; Kryk, H.; Friedrich, E.; Hampel, U.
Flow following sensor particles – Validation and macro-mixing analysis in a stirred fermentation vessel with a highly viscous substrate
Biochemical Engineering Journal 69(2012), S.159-171
- Rödel, C.; Müller, M.; Glorius, M.; Potthof, A.; Michaelis, A.
Effect of varied powder processing routes on the stabilizing performance and coordination type of polyacrylate in alumina suspensions
Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.2, S.363-370
- Rödel, C.; Wehner, F.; Meyer, A.; Meißner, T.; Potthoff, A.; Michaelis, A.
Influence of polyvinyl alcohol/zirconium polycation interactions on the properties of aqueous alumina suspensions
Journal of Ceramic Science and Technology 3(2012), Nr.3, S.141-150

- Rösler, G.; Rösler, J.; Schirmer, P.; Häusler, A.; Fischer, G.
Material- und Energieeffizienz in der Porzellanindustrie – Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit der Branche
Chemie-Ingenieur-Technik 84(2012), Nr.10, S.1812-1818
- Rost, A.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.
Degradation of sealing glasses for SOFC under electrical load and dual atmosphere
Journal of Ceramic Science and Technology 3(2012), Nr.2, S.69-80
- Scheithauer, U.; Slawik, T.
Spiralwickeln keramischer und pulvermetallurgischer Grünfolien
Keramische Zeitschrift 64(2012), Nr.1, S.35-39
- Schilm, J.; Rost, A.; Pönicke, A.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.
Ceramic integration technologies for solid oxide fuel cells
International Journal of Applied Ceramic Technology 9(2012), Nr.4, S.688-699
- Schmidt, F.; Klemm, H.; Schönfeld, K.; Gerds, A.; Hungerbach, W.; Kaskel, S.; Lookeren Campagne, C.J. van
Novel composite spherical granulates with catalytic outer layer and improved conversion efficiency and selectivity
Chemical Engineering and Technology 35(2012), Nr.4, S.769-775
- Schneider, M.; Weiser, M.; Dörfler, S.; Althues, H.; Kaskel, S.; Michaelis, A.
Electrodeposition of copper on aligned multi-walled carbon nanotubes
Surface Engineering 28(2012), Nr.6, S.435-441
- Schneider, M.; Schroth, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.
In-situ investigation of the surface-topography during anodic dissolution of copper under near-ECM conditions
Materials and Corrosion 63 (2012), Nr.2, S.96-104
- Schneider, M.; Schroth, S.; Richter, S.; Höhn, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.
In-situ investigation of the interplay between microstructure and anodic copper dissolution under near-ECM conditions. Pt.2: The transpassive state
Electrochimica Acta 70(2012), S.76-83
- Schneider, M.; Langklotz, U.; Labus, M.; Arnold, B.; Michaelis, A.
Investigation of corrosion products formed on C35-ALMgSi0,5 friction welds during natural weathering in marine climate
Corrosion Engineering, Science and Technology: CEST 47(2012), Nr.4, S.312-319
- Schneider, M.; Langklotz, U.; Sempf, K.
Korrosionsschaden an einem Rennradlenker aus AA 7075
Praktische Metallographie 49(2012), Nr.8, S.511-530
- Schubert, N.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Influence of electrolyte viscosity on the surface quality during ECM of cobalt in alkaline electrolytes
Galvanotechnik 103(2012), Nr.8, S.1682-1688
- Schubert, R.; Tupaika, F.; Kuhn, J.
Funktionell modifizierte anorganisch-organische Composite-Werkstoffe
Kriegesmann, J. (Hrsg.): Technische Keramische Werkstoffe, Loseblattausgabe, Ellerau: HvB-Verlag, Kapitel 4.8.2.0
- Schulz, M.; Pippardt, U.; Kiesel, L.; Ritter, K.; Kriegel, R.
Oxygen permeation of various archetypes of oxygen membranes based on BSCF
AIChE Journal 58(2012), Nr.10, S.3195-3202
- Schuster, C.; Klimke, J.; Schwingenschlögl, U.
High energy transmission of Al₂O₃ doped with light transition metals
The Journal of Chemical Physics 136(2012), Nr.4, Art. 044522, 4 S.
- Sempf, K.; Herrmann, M.; Sydow, U.
Neue Möglichkeiten der Gefügedarstellung von SiC-Werkstoffen
Praktische Metallographie 49(2012), Nr.2, S.64-74
- Seuthe, T.; Höfner, M.; Reinhardt, F.; Tsai, W.J.; Bonse, J.; Eberstein, M.; Eichler, H.J.; Grehn, M.
Femtosecond laser-induced modification of potassium-magnesium silicate glasses: An analysis of structural changes by near edge x-ray absorption spectroscopy
Applied Physics Letters 100(2012), Nr.22, Art. 224101, 3 S.
- Slawik, T.; Handke, T.; Scholl, R.; Scheithauer, U.; Zelm, R.; Moritz, T.; Großmann, H.; Michaelis, A.; Baumann, A.
Spiralwickeltechnik für mehrlagige keramische Hülsen
Wochenblatt für Papierfabrikation 140(2012), Nr.5, S.330-333
- Thiele, M.; Herrmann, M.; Räthel, J.; Kleebe, H.-J.; Mueller, M.M.; Gestrich, T.; Michaelis, A.
Preparation and properties of B₆O/TiB₂-composites
Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.8, S.1821-1835
- Toma, F.-L.; Berger, L.-M.; Scheitz, S.; Langner, S.; Rödel, C.; Potthoff, A.; Sauchuk, V.; Kusnezoff, M.
Comparison of the microstructural characteristics and electrical properties of thermally sprayed Al₂O₃ coatings from aqueous suspensions and feedstock powders
Journal of Thermal Spray Technology 21(2012), Nr.3-4, S.480-488
- Wall, Y.; Braun, G.; Kaltenborn, N.; Voigt, I.; Brunner, G.
Separation of CO₂/N₂ by means of a carbon membrane
Chemical Engineering and Technology 35(2012), Nr.3, S.508-512
- Weyd, M.; Richter, H.; Troeber, O.; Hoyer, T.; Voigt, I.
Bio alcohol concentration by pervaporation with organophilic zeolite membranes –Influence of protective coatings on fouling tendency
Procedia Engineering 44(2012), S.549-552
- Zgalat-Lozynskyy, O.; Herrmann, M.; Ragulya, A.; Andrzejczuk, M.; Polotai, A.
Structure and mechanical properties of spark plasma sintered

TiN-based nanocomposites

Archives of Metallurgy and Materials 57(2012), Nr.3, S.853-858

Ziesche, S.; Partsch, U.

Sensors based on ceramic multilayer technology

Ceramic Forum International: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 89(2012), Nr.4, S.E43-E45

Zschippang, E.; Klemm, H.;

Herrmann, M.; Sempf, K.; Guth, U.; Michaelis, A.

Electrical resistivity of silicon nitride-silicon carbide based ternary composites

Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.1, S.157-165

Vorträge und Poster

Adler, J.; Böttge, D.; Standke, G.;

Krech, T.; Krippendorf, R.; Scholz, P.

Catalytically functionalized ceramic foams for exhaust gas treatment

Cellular Materials – CELLMAT 2012, Dresden (7.-9.11.2012), Vortrag

Adler, J.

Ceramic diesel particulate filters – Status and trends

10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Ahlhelm, M.; Moritz, T.; Michaelis, A.

Freeze foaming – A direct foaming technique achieving cellular structures for versatile applications

4th International Congress on Ceramics – ICC4, Chicago (15.-19.7.2012), Vortrag, Poster

Ahlhelm, M.; Gorjup, E.; von Briesen, H.; Moritz, T.

Freeze-foaming: A promising new approach to manufacture ceramic cellular structures enabling the ingrowth and differentiation of human mesenchymal stem cells

Bio-inspired Materials – International School and Conference on Biological Materials Science, Potsdam (20.-23.3.2012), Vortrag, Poster

Ahlhelm, M.; Gorjup, E.; Briesen, H. von; Moritz, T.; Michaelis, A.

Freeze-foaming: A promising new approach to manufacture strength enhanced bioactive materials

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien, Hamburg (1.-3.11.2012), Vortrag

Ahlhelm, M.; Müller-Köhn, A.;

Mannschatz, A.; Moritz, T.

PIM-Simulation und Verifizierung fasergefüllter keramischer Massen

Moldex3D-Anwendertreffen 2012, Stuttgart (5./6.3.2012), Vortrag

Ahlhelm, M.; Mannschatz, A.;

Müller, A.; Moritz, T.; Michaelis, A.

Powder injection moulding of translucent ceramic parts

4th International Congress on Ceramics – ICC4, Chicago (15.-19.7.2012), Vortrag, Poster

Ahlhelm, M.; Richter, H.-J.; Haderk, K.

Selective laser sintering as additive manufacturing method for manufacturing ceramic components

2nd International Symposium on Materials Processing Science with Lasers as Energy Sources, Clausthal (24./25.4.2012), Vortrag

Ahlhelm, M.; Gorjup, E.;

Briesen, H. von; Moritz, T.

Strength enhanced bioactive hydroxyapatite freeze-foams

Bio-Inspired Materials, Potsdam (20.-23.3.2012), Poster

Barth, S.; Bartsch, H.; Töpfer, J.

Functional materials for integration of passive components into LTCC multilayer package

10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Baltz, T.; Haselier, C.; Hesse, S.; Meißner, F.; Endler, I.; Walter, P.; Thumann, G.

Effect of multi-walled carbon nanotubes on R28 retinal precursor cell survival

ARVO Annual Meeting 2012, Fort Lauderdale (6.-10.5.2012), Poster

Barth, S.; Kastner, F.; Röbber, M.;

Wentorp, R.; Töpfer, J.;

Bartnitzek, T.

Low firing functional materials for application in power electronics

8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.664-669/THA46, Vortrag

Bartsch, H.; Barth, S.; Müller, J.

Embedded ceramic capacitors in LTCC

8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.464-468/WP13, Vortrag

Beckert, W.; Taubenreuther, M.

Cell winding – A multiphysics simulation

9th Symposium Hybrid and Electric Vehicles, Braunschweig (14./15.2.2012), S.132-138, Vortrag

Beckert, W.; Frölich, T.; Freytag, C.; Wolter, M.

Hybrid thermal-electric battery cell model

NAFEMS European Conference: Multiphysics Simulation 2012, Frankfurt (16./17.10.12), Vortrag

Belda, C.; Dietzen, E.;

Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.

Diffusion barrier layer materials for metal-supported SOFC

10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster

Belitz, R.; Jahn, M.; Koszyk, S.; Michaelis, A.

Reaktionstechnische Untersuchungen zur CO-Hochtemperaturkatalyse

45. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (14.-16.3.2012), Poster

Bierlich, S.; Töpfer, J.; Barth, S.;

Pawlowski, B.; Müller, J.;

Bartsch-Torres, H.

Cofiring behavior of multilayer inductors based on substituted Y- and M-type hexagonal ferrites

8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.659-663/THA45, Vortrag

Böhme, S.; Stärk, H.-J.; Meißner, T.; Kühnel, D.; Busch, W.

- Internalisation of aluminium oxide nanoparticles into human cells: Impact of particle size on the quantitative uptake**
Nanosafe 2012, Grenoble (13.-15.11.2012), Poster
- Böhning, D.; Beckmann, M.; Kriegel, R.; Richter, J.; Müller, M.; Ma, M.; Glühsing, J.; Ruhe, N.
- Kombiniertes Katalysator- und Sauerstoffträgersystem zur Aufbereitung teerhaltiger Brenngase aus der Biomassevergasung via partielle Oxidation**
DGMK-Fachbereichstagung Konversion von Biomassen »Velen X«, Rotenburg a. d. Fulda (19.-21.3.2012), Vortrag
- Bremerstein, T.
- Einfluss von Suspensionsparametern auf die Rheologie**
VDI-Arbeitskreis Granulometrie, Dresden (18.10.2012), Vortrag
- Bretthauer, C.; Fauser, G.; Leiva, D.; Fritsch, M.; Barth, S.; Schneider, M.
- Materials, processing and quality control in lithium ion battery development**
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Conze, S.; Grin, Y.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Schnelle, W.; Veremchuk, I.
- Magnéli phase Ti_4O_7 – obtained from an organo-metallic precursor – for thermoelectric application**
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Conze, S.; Veremchuk, I.; Schnelle, W.; Michaelis, A.; Grin, Y.; Kinski, I.
- TiO_2 as filler in a precursor-derived TiO_x matrix as thermoelectric material with an enhanced ZT value**
31st International & 10th European Conference on Thermoelectrics – ICT/ECT 2012, Aalborg (9.-12.7.2012), Poster
- Czyperek, M.; Baumann, S.; Bouwmeester, H. J.; Meulenberg, W. A.; Modigell, M.; Serra, J. M.; Shishatskiy, S.; Voigt, I.; Schulze-Küppers, F.
- Membrane gas separation membranes for energy-efficient processes**
Euromembrane 2012, London (23.-27.9.2012), Poster
- Dannowski, M.; Beckert, W.; Michaelis, A.
- Modeling of thermoelectric applications for waste heat usage**
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- De la Vega, F.; Mosch, S.; Schilm, J.; Partsch, U.
- Low contact resistance ink-jet solar metallization inks for a plug and play system**
27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Frankfurt (24.-28.9.2012), Vortrag
- Decker, M.; Vonau, W.; Rabbow, T.; Schneider, M.; Eichler, R.; Konat-Stepowicz, J.; Bause, S.
- Untersuchungen zur hochempfindlichen elektrochemischen H_2O_2 -Bestimmung im Atemkon-**
- densat**
4. Dresdner Medizintechnik Symposium, Dresden (3.-5.12.2012), Vortrag
- Deutschmann, A.; Vollmann, M.; Saft, F.; Faßauer, B.
- Effluent inline disinfection by means of two different types of nano-modified diamond electrodes at a sewage treatment plant**
6th IWA Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment – AOP6, Goslar (7.-9.5.2012), Poster
- Deutschmann, A.; Jobst, K.; Friedrich, E.
- Prozess-Tomographie – Die Möglichkeit der praxisnahen Bewertung und Optimierung von Mischprozessen**
5. Biogas-Innovationskongress 2012, Osnabrück (10./11.5.2012), Vortrag
- Dohndorf, H.; Richter, J.; Fischer, G.; Klotsche, U.; Werschy, M.; Prehn, V.
- Katalytische Reinigung von Abgasen aus Feuerfestbrennstoff-Feuerstätten**
Thüringer Werkstofftag, Weimar (14.3.2012), Poster
- Eberstein, M.
- Gläser als Schlüsselkomponenten für hochperformante Steuerelektronik im Automobil**
6. CTI Konferenz Glas im Automobil, Stuttgart (23./24.4.2012), Vortrag
- Eberstein, M.; Schilm, J.; Kretzschmar, C.; Partsch, U.
- Kinetic aspects of the contact formation by glass containing silver pastes**
27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Frankfurt (24.-28.9.2012), Vortrag
- Eberstein, M.; Schilm, J.; Partsch, U.; Waltinger, A.
- Kinetic phenomena during the solar cell contact formation of glass containing silver pastes**
11th ESG Conference and 86. DGG-Jahrestagung, Maastricht (4.-7.6.2012), Vortrag
- Eberstein, M.
- Kontrollierte Abscheidung funktioneller Schichten über Druckverfahren**
Werkstoffwissenschaftliches Kolloquium der FA Universität Erlangen, Erlangen (24.1.2012), Vortrag
- Eberstein, M.; Schilm, J.; Partsch, U.
- Kurzzeitsintern glashaltiger Silberpasten für die Solarzellenkontaktierung**
Fachausschuss I der DGG »Chemie und Physik des Glases«, Clausthal (10.10.2012), Vortrag
- Eberstein, M.; Feller, C.; Seuthe, T.; Ihle, M.; Ziesche, S.; Gora, F.
- Silver processing in thick film technology for power electronics**
8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.18-24/TA3, Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.; Höhn, S.; Rödel, C.; Nebelung, M.
- Einfluss der Suspensionseigenschaften auf die resultierenden Granulateigenschaften bei der Sprühtrocknung keramischer Suspensionen**
10. Workshop über Sprays, Techniken der Fluidzerstäubung und Un-

tersuchungen von Sprühvorgängen – SPRAY 2012, Berlin (21./22.5.2012), Vortrag	Faßauer, B.; Deutschmann, A.; Jobst, K.; Lomtscher, A.; Friedrich, E.	Fischer, G.	Hochleistungskeramik Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag
Eckhard, S.; Fries, M.; Höhn, S.; Rödel, C.	Verbesserung der Durchmischung in Biogasreaktoren	Cordierite for thermochemically resistant particle filter	Fries, M.
Influence of varied suspension properties on properties of spray-dried granules	Energetische Biomassennutzung – Neue Technologien und Konzepte für die Bioenergie der Zukunft, Berlin (5.-6.11.2012), Vortrag	10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Thermische Granulationsverfahren
12th International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems – ICLASS 2012, Heidelberg (2.-6.9.2012), Vortrag	Fausser, G.; Wolter, M.; Clauß, M.; Lorenz, P.; Tittel, D.; Taubenreuther, M.	Fischer, G.; Lauenroth, S.; Richter, H.	17. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, Dresden (18./19.4.2012), Vortrag
Eckhard, S.; Fries, M.; Nebelung, M.; Heinrich, S.; Antonyuk, S.	Concept for enhanced failure detection in traction batteries	Zeolithe für die Wärmespeicherung	Füssel, A.; Adler, J.; Michaelis, A.
Influence of the internal granule structure on mechanical properties	Advanced Automotive Battery Conference – AABC Europe 2012, Mainz (18.-22.6.2012), Vortrag, Poster	17. Fachausschusssitzung des DKG-Fachausschusses 6 »Werkstoffanwendung«, Meißen (18.9.2012), Vortrag	Cellular ceramic material for application in porous burner technology
7th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids, Friedrichshafen (10.-13.9.2012), Poster	Feller, C.; Furche, S.; Eberstein, M.	Fischer, M.; Mache, T.; Pawlowski, B.; Schabbel, D.; Müller, J.	10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
Endler, I.	Development and characterization of glass matrix composites as porous coating film of a solid-state reference electrode	SiCer – a substrate to combine ceramic and silicon based micro systems	Ganzer, G.; Schöne, J.; Beckert, W.
Neue Entwicklungen bei CVD-Verschleißschutzschichten für Hartmetallwerkzeuge	8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.200-207/TP46	8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012 – IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), Vortrag	Modeling support for solid oxide fuel cell-component development
31. Hagener Symposium Pulvermetallurgie, Hagen (29./30.11.2012), Vortrag	Feng, B.; Martin, H.-P.; Michaelis, A.	Flössel, M.; Lieske, U.; Klesse, T.; Gebhardt, S.	10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster, Vortrag
Endler, I.; Höhn, M.; Schmidt, J.; Scholz, S.; Herrmann, M.; Knaut, M.	In situ preparation and thermoelectric properties of B_xC-TiB₂ composites	Ceramic based SHM modules for rough environment	Ganzer, G.; Schöne, J.; Beckert, W.; Megel, S.; Michaelis, A.
TiSiN and TiSiCN hard coatings by CVD	31st International & 10th European Conference on Thermoelectrics – ICT/ECT 2012, Aalborg (9.-12.7.2012), Vortrag	ACTUATOR 2012 – International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive Systems, Bremen (18.-20.6.2012), S.68-71, Vortrag	3D-Modeling of an integrated SOFC stack unit
39th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films – ICMCTF, San Diego (23.-27.4.2012), Vortrag	Feng, B.; Martin, H.-P.; Michaelis, A.	Freytag, C.; Beckert, W.	10th European SOFC Forum – EFCE 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Poster
Ernst, D.; Bramlage, B.; Gebhardt, S.	In situ preparation and thermoelectric properties of B_xC-TiB₂ composites	Simple thermal-electric modeling of batteries	Gebhardt, S.; Ernst, D.; Bramlage, B.; Flössel, M.; Schönecker, A.
In-plane polarized PZT thick film actuators by screen printing technology	10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	15. ITI Symposium, Dresden (14.-16.11.2012), Vortrag	Integrated piezoelectrics for adaptive microsystems – A teamwork of substrate and piezo
ACTUATOR 2012 – International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive Systems, Bremen (18.-20.6.2012), S.128-131, Vortrag	Fries, M.	Pulveraufbereitung	4th International Conference on Smart Materials, Structures and

- Systems – CIMTEC 2012, Montecatini Terme, Tuscany (10.-14.6.2012), Vortrag
- Gebhardt, S.; Flössel, M.; Schönecker, A.; Lieske, U.; Klesse, T. **Robust structural health monitoring transducers based on LTCC/PZT multilayer** International Symposium on Applications of Ferroelectrics – ISAF-ECAPD-PFM 2012, Aveiro (9.-13.7.2012), Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Rößler, K.; Neher, R.; Herrmann, M. **Analysis of processes during production of powdermetallurgical and ceramic materials** HI TEMP 2012 Conference, München (11.-13.9.2012), Vortrag
- Gierth, P.; Rebenklau, L. **Evaluation of soldering processes for high efficiency solar cells** 35th International Spring Seminar on Electronics Technology – ISSE 2012, Bad Aussee (9.-13.5.2012), S.133-137, Vortrag
- Glöb, B.; Fries, M.; Nebelung, M. **DoE basierte Korrelation zwischen Formulierung, Prozessparametern und den Eigenschaften keramischer Sprühgranulate** Jahrestreffen der Fachgruppen Agglomerations- und Schüttguttechnik & Kristallisation, Wittenberg (5./6.3.2012), Vortrag
- Glöb, B.; Fries, M.; Nebelung, M. **Keramischer Sprühgranulate – DoE basierte Korrelation zwischen Formulierung, Prozessparametern und den Produkteigenschaften** 11. DoE Kongress »Get the best out of it!«, Kassel (10.10.2012), Vortrag
- Glöb, B.; Fries, M. **A method for analysing the die filling behaviour of ceramic granules** 7th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids, Friedrichshafen (10.-13.9.2012), Vortrag
- Günther, C.; Richter, H.; Voigt, I. **Sodalite membranes of high thermal and hydrothermal stability – Seeding investigations** 24. Deutsche Zeolith-Tagung, Magdeburg (7.-9.3.2012), Poster
- Gutzeit, N.; Müller, J.; Reinlein, C.; Gebhardt, S. **LTCC membranes with integrated heating structures, temperature sensors and strain gauges** 35th International Spring Seminar on Electronics Technology – ISSE 2012, Bad Aussee (9.-13.5.2012), S.399-405, Vortrag
- Haderk, K.; Richter, H.-J. **Additive manufacturing of ceramics – Examples of 3D-printing and laser sintering** Direct Digital Manufacturing Fraunhofer Conference – DDMC 2012, Berlin (14./15.3.2012), Poster
- Hagen, G.; Kopp, T.; Ziesche, S.; Partsch, U.; Ruprecht, E. **Combined 3D micro structuring of ceramic green tape using punching, embossing and laser processing** 8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.341-347/WA34, Vortrag
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Näke, R.; Weder, A. **Dry biogas reforming for 50% electric system efficiency** 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Näke, R.; Weder, A. **Simple and robust biogas fed SOFC system with 50% electric efficiency – Modeling and experimental results** 10th European SOFC Forum – EFCF 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Vortrag
- Herrmann, M.; Sydow, U.; Sempf, K.; Schneider, M.; Michaelis, A. **Elektrochemische Korrosion von Siliciumcarbidwerkstoffen** DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag
- Herrmann, M. **Gefügedarstellung und Bewertung** Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik Teil III: Konstruktion, Prüfung, Freiburg (8./9.11.2012), Vortrag
- Herrmann, M. **Hochleistungskeramik für korrosive Anwendungen** Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag
- Herrmann, M.; Matthey, B.; Räthel, J.; Kinski, I. **Superhard ceramic materials** Freiberg High Pressure Symposium, Freiberg (8.-10.10.2012), Vortrag
- Herrmann, M.; Sydow, U.; Sempf, K.; Schneider, M.; Michaelis, A. **Superhard ceramic materials** DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag
- Herrmann, M. **Superhard ceramic materials – Myth or reality?** 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Herrmann, M. **Thermische Entbinderungsprozesse: Mechanismen – Methoden – Verfahren** DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (11./12.10.2012), Vortrag
- Heubner, C.; Schneider, M.; Michaelis, A. **Spatially resolved in-operando temperature measurement across the interfaces of a lithium-ion battery cell** 9th International Symposium on Electrochemical Micro & Nanosystem Technologies – EMNT 2012, Linz (15.-17.8.2012), Vortrag
- Himpel, G. **Entbinderungstechnik** DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (11./12.10.2012), Vortrag
- Höhn, S. **Charakterisierung der Formkörper, Defektentstehung, Nachweis/Vermeidung** DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (11./12.10.2012), Vortrag

- Höhn, S.; Pötschke, J.; Richter, V.
Sinterverhalten von Hartmetallen und Charakterisierung mittels Ionenstrahlpräparation und werkstoffanalytischer Verfahren
46. Metallographie-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde, Rostock (19.-21.9.2012), S.257-262, Vortrag
- Höhn, S.; Eckhard, S.; Fries, M.; Herrmann, M.; Matthey, B.
Structure characterization of ceramic granules, green bodies and pre-sintered compacts based on ion beam preparation techniques
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Hoyer, T.; Voigt, I.; Fischer, G.; Kämnitz, S.; Köhler, B.; Sikora, R.; Tupaika, F.; Niemi, F.-G.; Schulze, T.
Ceramic hollow fiber contactors for membrane extraction
XXIX EMS Summer School on Membranes, Nancy (10.-13.7.2012), Poster
- Hoyer, T.; Voigt, I.; Fischer, G.; Kämnitz, S.; Köhler, B.; Sikora, R.; Tupaika, F.; Niemi, F.-G.; Schulze, T.
Keramischer Hohlfaserkontaktorkontaktor
8. Thementage Grenz- und Oberflächentechnik, Leipzig (4.-6.9.2012), Poster
- Ihle, M.; Partsch, U.; Mosch, S.; Goldberg, A.
Aerosol printing of high resolution films for LTCC-multilayer components
8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.71-76/TA25, Vortrag
- Jobst, K.; Deutschmann, A.; Lomtscher, A.; Friedrich, E.
CFD vs. ERT: Der Vergleich zwischen Simulation und Realität
15. Köthener Rührer-Kolloquium, Köthen (14.6.2012), Vortrag
- Jobst, K.; Deutschmann, A.; Friedrich, E.
Einsatz der Prozess-Tomographie zur Bewertung von Mischprozessen
Biogas-Forum 2012, Halle (30.3.2012), Vortrag
- Johannes, M.; Schneider, J.
Feinstdisperse ZrO₂- und Dispersionskeramik durch innovative Aufbereitungsverfahren
DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag
- Jupe, A.; Hoeren, A.; Goehlich, A.; Meißner, F.; Endler, I.; Vogt, H.
Direct integration of carbon nanotubes on CMOS with high-temperature tungsten metallization
4. GMM Workshop Mikro-Nano-Integration, Berlin (12./13.11.2012), Vortrag
- Jurk, R.; Fritsch, M.; Partsch, U.; Michaelis, A.
Synthesis and processing of highly silver loaded inks for ink jet printing
9th International Nanotechnology Symposium – Nanofair 2012, Dresden (12./13.6.2012), Poster
- Kinski, I.; Henke, B.; Meinhard, S.; Schweizer, S.; Wätzig, K.
Nano-crystalline SrAl₂O₄ persistent phosphors doped with Eu²⁺ and Dy³⁺
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kinski, I.
Precursor-abgeleitete Keramiken
Fraunhofer Symposium »Netzwerk«, München (4./5.12.2012), Vortrag
- Klemm, H.
Hochleistungskeramik für Hochtemperaturanwendungen
Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14.-15.3.2012), Vortrag
- Klemm, H.; Bales, A.; Schönfeld, K.; Michaelis, A.
Hot gas corrosion and environmental barrier coating development of non-oxide ceramic materials
36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag
- Krell, A.; Strassburger, E.
Discrimination of basic influences on the ballistic strength of opaque and transparent ceramics
36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), S.161-176, Vortrag
- Krell, A.
Hochleistungskeramik für Verschleißanwendungen
Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag
- Krell, A.
Influences of the cation disorder of commercial spinel powders studied by ²⁷Al MAS NMR on the sintering of transparent MgAl₂O₄ ceramics
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kremmer, K.; Schneider, M.
Einfluss der Anodisierungsbedingungen auf die Morphologie – eine Parameterstudie
Symposium »Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie«, Dresden (29.-30.11.2012), S.39-46, Vortrag
- Krenkel, W.; Langhof, N.; Spatz, C.
Design of hybrid ceramic-metal tubes for power plants
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kriegel, R.; Schulz, M.; Ritter, K.; Kiesel, L.; Pippardt, U.; Stahn, M.; Voigt, I.
Advanced membrane design for oxygen separation
Sino-German Symposium on Inorganic Membranes for Clean Energy and Clear Environment, Hannover (18.-23.3.2012), Vortrag
- Kriegel, R.; Kiesel, L.; Pippardt, U.; Ritter, K.; Schulz, M.
Oxygen permeation of oxygen transporting membrane components
10th International Symposium on

- Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kriegel, R.
Oxygen separation using advanced membrane components
Sino-German Symposium on Inorganic Membranes for Clean Energy and Clear Environment, Hannover (18.-23.3.2012), Poster, Vortrag
- Kriegel, R.; Schulz, M.
Constructional approach for stability enhancement of BSCF membranes in syngas production
12th International Conference on Inorganic Membranes, Enschede (9.-13.7.2012), Poster
- Kriegel, R.; Ritter, K.; Albert, H.
Fügen keramischer Bauteile durch Reactive Air Brazing
Thüringer Werkstofftag, Weimar (14.3.2012), Poster
- Krug, H. F.; Steinbach, C.; Kühnel, D.; Mathes, B.; Nau, K.; Richter, V.; Scholz, S.; Tryanowski, A.; Zschiesche, M.
DaNa – Knowledge base nano-materials
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster
- Krug, M.; Endler, I.; Brenner, F.; Dirnstorfer, I.; Jakschik, S.; Müller, J.; Sundqvist, J.; Rose, M.; Weber, J.; Liepack, H.; Glöß, D.; Barth, S.; Abidin, A. Z.
ALD-Beschichtungen am Fraunhofer IKTS Dresden
Workshop Nano- und Oberflächentechnologie, Zwickau (8.11.2012), Vortrag
- Krug, M.; Endler, I.; Brenner, F.; Dirnstorfer, I.; Müller, J.; Sundqvist, J.; Rose, M.; Jakschik, S.; Weber, J.; Liepack, H.
Aluminium-, Titan- und Silizium-basierte Oxidschichten für verschiedene Anwendungen mittels ALD
EFDS-Workshop, Dresden (7.3.2012), Vortrag
- Krug, M.; Endler, I.; Brenner, F.; Dirnstorfer, I.; Jakschik, S.; Müller, J.; Sundqvist, J.; Rose, M.; Weber, J.; Liepack, H.; Glöß, D.; Barth, S.; Abidin, A. Z.
Functional ALD layers beyond microelectronics
SEMICON Europe 2012, Dresden (9.-11.10.2012), Vortrag
- Krug, M.; Endler, I.; Brenner, F.; Jakschik, S.; Müller, J.; Rose, M.; Sundqvist, J.
Mixed oxide layers for back side passivation of crystalline silicon solar cells by ALD
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kucera, A.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Cold embossing of ceramic green tapes
8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.328-333/WA31, Vortrag
- Kucera, A.; Ziesche, S.; Jurkow, D.; Richter, H.-J.; Malecha, K.; Moritz, T.; Golonka, L.
Development of micro fluidic component by embossing, laser ablation and screen printing
- 10th International Conference on Multi-Material Micro Manufacture – 4M 2012, Wien (9.-11.10.2012), Vortrag
- Kucera, A.; Michaelis, A.; Moritz, T.; Richter, H.-J.
Direct structuring of UV-curable ceramic slurries
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster
- Kucera, A.; Michaelis, A.; Moritz, T.; Richter, H.-J.
Green tape structuring by embossing at room temperature
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Kucera, A.; Ziesche, S.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Green tapes developed for structuring, lamination and in-mould labeling
10th International Conference on Multi-Material Micro Manufacture – 4M, Wien (9.-11.10.2012), Vortrag
- Kucera, A.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Strukturierung keramischer Grünfolien mittels Prägens
DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag
- Kühn, S.; Frömmel, A.; Käding, S.; Klein, K.; Pfeiffer, T.; Winkler, L.
Portable LPG-fueled microtubular SOFC
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster
- Kühnert, J.-T.; Voigt, I.; Richter, H.; Weyd, M.; Tröber, O.; Tusel, E.; Brüscke, H.E.A.
Membrane processes for sustainable, energy efficient and economic biorefineries
Industrial Use of Renewable Raw Materials: Chemistry, Biotechnology, Process Engineering – DECHEMA, Frankfurt, (14./15.2.2012), Poster
- Kusnezoff, M.
MEA für Hochtemperaturbrennstoffzellen mit hoher Leistung
13. Wörlitzer Workshop Membrantechnologien und Modifizierung von Membranen, Wörlitz (4.7.2012), 14 S., Vortrag
- Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Olenick, J.; Olenick, K.
Performance of electrolyte supported cells based on thin electrolyte
36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag
- Lackner, G.; Endler, I.; Meißner, F.; Czeschik, A.; Liebschner, R.; Bezugly, V.; Mayumder, A.; Mkandwire, M.; Boucher, R.; Kovalenko, D.; Lupascu, D.C.
Carbon nanotubes as electrode and acceptor in organic solar cells
Materials Science Engineering – Internationale MSE Tagung 2012, Darmstadt (25.-27.9.2012), Vortrag
- Lackner, G.; Endler, I.; Meißner, F.; Scholz, S.; Bezugly, V.; Boucher, R.; Mkandwire, M.; Michaelis, A.;

- Cuniberti, G.; Lupascu, D. C.
Carbon nanotubes in organic solar cell application
Internationaler »Dresden Barkhausen Award« & Dresdner Barkhausen-Poster-Preis, Dresden (2012), Poster
- Lackner, G.; Shvartsmann, V.; Bezugly, V.; Boucher, R.; Endler, I.; Krug, M.; Meißner, F.; Lupascu, D.C.
Dyes and carbon nanotubes
2012 MRS Fall Meeting, Boston (25.-30.11.2012), Poster
- Lackner, G.; Shvartsmann, V.; Endler, I.; Krug, M.; Meißner, F.; Lupascu, D.C.
Dyes in vertically aligned carbon nanotubes
3rd International Conference Organic Photovoltaics, Würzburg (19.9.2012), Poster
- Lämmel, C.; Schneider, M.; Heubner, C.; Michaelis, A.
Anomalies in high field growth of aluminum oxide using pulse anodizing
Vith Aluminium Surface Science & Technology – ASST 2012, Sorrento (27.-31.5.2012), Vortrag
- Lämmel, C.; Schneider, M.; Heubner, C.; Michaelis, A.
In-situ temperature measurement on the metal/oxide/electrolyte interface during the anodizing
Vith Aluminium Surface Science & Technology – ASST 2012, Sorrento (27.-31.5.2012), Poster
- Lämmel, C.; Heubner, C.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Pulseregime beim Anodisieren – Vorteile und Chancen von diskontinuierlichen Verfahren
Symposium »Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie«, Dresden (29./30.11.2012), S.80-85, Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Anodic oxide formation on mechanically polished TiAlV6-4
Symposium »Anodisieren – Vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie«, Dresden (29.-30.11.2012), S.104-110, Vortrag
- Langklotz, U.; Michaelis, A.; Schneider, M.
Investigation of the water content in electrode materials for lithium ion batteries
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Investigation of the water content in electrode materials for lithium ion batteries
63rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry – ISE 2012, Prag (19.-24.8.2012), Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Spectroelectrochemical investigations on thin anodic titanium oxide films
Spectroelectrochemistry 2012, Dresden (26.-29.8.2012), Vortrag
- Lauenroth, S.; Fischer, G.
Qualifizierung eines alternativen Porenbildners zur Herstellung of fenporiger (großvolumiger) keramisch gebundener Schleifwerkzeuge II
Jahrestagung 2012 der Forschungsgemeinschaft Schleiftechnik e.V., Würzburg (29.3.2012), Vortrag
- Lauenroth, S.; Fischer, G.
Wärmespeicher zur standortbezogenen Nutzung von Industrieabwärme – Möglichkeiten und Grenzen
Netzwerk-Dialog OST, Dresden (14.3.2012), Vortrag
- Lausch, H.
Drahtlose – berührungslose – autarke Energieversorgung von mikro-nano-integrierten embedded multiple sensor oder sensor-actuator devices
MNT-Branchentag 2012 - »nanogoes makro« zu Potenzialen, Produkten und Dienstleistungen der Mikrotechnik und Nanotechnologie, Ilmenau (12.9.2012), Vortrag
- Lausch, H.
Drahtlose Energieübertragungsverfahren mit magnetischer Kopplung
Elektronik Wireless Power Congress, München (4.7.2012), Vortrag
- Lausch, H.
Energieversorgung bei Implantaten VDE/DGBMT/BMBF Begleitforschung Intelligente Implantate – Expertenworkshops zum Thema »Energie - Daten - Gesamtsystem«
Frankfurt (3./4.5.2012), Vortrag
- Leiva, D.; Langklotz, U.; Wolter, M.; Schneider, M.
Ex-situ and in-situ raman spectroscopic investigations of lithium cobalt oxide electrodes at different state of charge
Spectroelectrochemistry 2012, Dresden (26.-29.8.2012), Poster
- Leiva, D.; Bretthauer, C.; Fritsch, M.; Fauser, G.; Wolter, M.
LiFePO₄ cathodes: Porosity, structural properties and performance
63rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Prag (19.-24.8.2012), Vortrag
- Lenz, C.; Ziesche, S.; Partsch, U.; Neubert, H.
Low temperature cofired ceramics (LTCC)-based miniaturized load cells
35th International Spring Seminar on Electronics Technology – ISSE 2012, Bad Aussee (9.-13.5.2012), Vortrag
- Lenzner, K.; Glöb, B.; Eckhard, S.
Granulatcharakterisierung
17. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, Dresden (18./19.4.2012), Vortrag
- Ludwig, H.
Eigenschaften und innovative Anwendungspotentiale weiterentwickelter oxidkeramischer Hochleistungswerkstoffe
2. Hermsdorfer Werkstoff- und Technologiekolloquium, Hermsdorf (19.9.2012), Vortrag
- Luthardt, F.; Morgenstern, A.; Adler, J.
High temperature insulation materials manufactured via continuous direct foaming
Cellular Materials – CELLMAT 2012, Dresden (7.-9.11.2012), Vortrag
- Ma, M.; Müller, M.; Richter, J.; Kriegel, R.; Böhning, D.; Beckmann, M.; Glüsing, J.; Ruhe, N.
Investigation of combined catalyst and oxygen carrier

systems for the partial oxidation of tars from biomass gasification
20th European Biomass Conference and Exhibition, Mailand (18.-22.6.2012), Vortrag

Mammitzsch, L.; Adler, J.; Petasch, U.

Pore size effects on filtration behaviour in a silicon carbide diesel particle filter material
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Mannschatz, A.; Schilm, J.; Peschel, M.; Moritz, T.; Michaelis, A.

Powder injection moulding of conductive glass-carbon composites for electrical resistors
Powder Metallurgy Congress and Exhibition – Euro PM 2012, Basel (16.-19.9.2012), CD, S.73-78, Vortrag

Marschallek, F.; Herre, R.; Jahn, M.; Michaelis, A.

Combustion in porous media – Flame monitoring based on the electric properties of open celled silicon carbide foams
Achema 2012, Frankfurt (18.-22.6.2012), Vortrag

Marschallek, F.; Jahn, M.; Michaelis, A.

Combustion in porous inert media – Evaluation of flame velocity and new concepts for flame monitoring
34th International Symposium on Combustion, Warschau (29.7.-3.8.2012), Poster

Masover, I.; Herrmann, M.; Räthel, J.; Zuri, L.

HIP technology trade-offs for alumina-zirconia compositions
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Matthey, B.; Höhn, S.; Herrmann, M.; Kinski, I.; Mühle, U.; Rafaja, D.

Preparation and microstructure characterization of diamond-silicon carbide ceramic composites
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Megel, S.; Bienert, C.; Brandner, M.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.; Rissbacher, K.; Sigl, L.; Venskutonis, A.

CFY stack technology: From electrolyte supported cells to high efficiency SOFC stacks
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Meinl, J.

Thermoanalytische Untersuchung von Fasermaterialien am Beispiel Polyacrylnitril
GEFTA Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Saarbrücken (10.-12.10.2012), Vortrag

Meißner, T.; Potthoff, A.

Evaluierung von ökotoxikologischen Methoden mit Suspensionsanalysen
2. Clustertreffen NanoCare/Nano-Nature, Frankfurt (13./14.3.2012), Poster

Meißner, T.; Oelschlägel, K.

Nanopartikelcharakterisierung für toxikologische Studien
VDI-Arbeitskreis Granulometrie, Dresden (18.10.2012), Vortrag

Meißner, T.

Partikelcharakterisierung für ökotoxikologische Studien
Gemeinsame Jahrestagung von SETAC GLB und Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der GDCh: »Erkennen, Untersuchen, Modellieren – Vom Nutzen des Verstehens«, Leipzig (10.-13.9.2012), Vortrag

Michaelis, A.

Ceramics for innovative energy and storage systems
36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag

Michaelis, A.; Voigt, I.

New ceramic membranes for energy and environmental applications
36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag

Moritz, T.

Fehlerquellen bei der Herstellung keramischer Werkstoffe
Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik
Teil III: Konstruktion, Prüfung, Freiburg (8./9.11.2012), Vortrag

Moritz, T.

Formgebung
Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik
Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag

Mosch, S.; Jurk, R.; Fritsch, M.; Hendl, J.; Höhne, J.

Novel metal nano particles and inks for direct writing methods
9th International Nanotechnology Symposium – Nanofair 2012, Dresden (12./13.6.2012), Poster

Neher, R.; Herrmann, M.; Gestrich, T.

High temperature thermal analysis of sintering silicon carbide with alumina and yttria: Really a liquid phase sintering?
15th International Conference on Thermal Analysis and Calorimetry – ICTAC 2012, Osaka (20.-24.8.2012), Vortrag

Neher, R.

Thermische Analyse im Höchsttemperaturbereich – Sintern von SiC mit Y_2O_3 , Al_2O_3 : Wirklich ein Flüssigphasensintern?
GEFTA Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Saarbrücken (10.-12.10.2012), Vortrag

Nutto, C.; Bierwisch, C.; Lagger, H.; Moseler, M.; Höhn, S.; Bremerstein, T.; Potthoff, A.

Towards simulations of abrasive flow machining
7th International SPHERIC Workshop, Prato (29.-31.5.2012), Vortrag

Oberländer, A.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Pezzotti, G.

Structure and optical properties of cubic gallium oxynitride
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCee 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag

Oehme, F.

Grünbearbeitung technischer

<p>Hochleistungskeramik: Methoden, Instrumente und Entwicklungsrichtungen Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil II: Bearbeitung, Berlin (9./10.5.2012), Vortrag</p> <p>Oehme, F.</p>	<p>ten und Mikrosysteme Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag</p> <p>Petasch, U.; Mammitzsch, L.; Beckert, W.; Adler, J.; Cheng, L.; Wiegmann, A.</p>	<p>Pohl, M.; Jahn, M.; Locke, C.; Michaelis, A.</p> <p>Prozessintensivierung in Hinblick auf das Temperaturverhalten eines SSiC-Katalysatorsystems bei der partiellen Oxidation 45. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (14.-16.3.2012), Poster</p>	<p>Pönicke, A.; Arnold, S.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.</p> <p>Reactive air brazed ceramic-metal seals for SOFC: Mechanical properties and long-term behavior 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>
<p>Hochpräzisionsbearbeitung mittels Koordinatenschleifen Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil II: Bearbeitung, Berlin (9.-10.5.2012), Vortrag</p>	<p>Hocheffiziente keramische Filtermedien für die Rußpartikelfiltration 10. FAD-Konferenz »Herausforderung – Abgasnachbehandlung für Dieselmotoren«, Dresden (7./8.11.2012), Vortrag</p>	<p>Pohl, M.; Jahn, M.; Locke, C.; Michaelis, A.</p> <p>Startverhalten keramischer Brennstoffzellenkomponenten Jahrestreffen Reaktionstechnik, Würzburg (14.-16.5.2012), Poster</p>	<p>Pönicke, A.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.</p> <p>Reaktivlötten von Keramik-Metall-Verbunden an Luft: Ein Vergleich von induktiver und konventioneller Erwärmung DKG Symposium Fügen von Keramik, Erlangen (4.12.2012), Vortrag</p>
<p>Olenick, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.; Olenick, K.; Trofimenko, N.</p>	<p>Pfeifer, T.; Nusch, L.; Beckert, W.</p>	<p>Pönicke, A.; Reuber, S.; Dosch, C.; Megel, S.; Kusnezoff, M.; Wunderlich, C.; Michaelis, A.</p>	<p>Pötschke, J.; Richter, V.; Michaelis, A.</p>
<p>Electrolyte supported cells based on an ultrathin 3YSZ substrate 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>System concept and process layout for a micro-CHP unit based on low temperature SOFC 10th European SOFC Forum – EFCF 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Vortrag</p>	<p>Efficient planar SOFC technology for a portable power generator 36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), S.125-136, Vortrag</p>	<p>Pressure assisted sintering of WC ceramics Freiberg High Pressure Symposium, Freiberg (8.-10.10.2012), Poster</p>
<p>Olenick, J.; Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Michaelis, A.; Melvin, C.; Lazzaretto, A.</p>	<p>Pfeifer, T.; Barthel, M.; Männel, D.; Koszyk, S.</p>	<p>Pönicke, A.; Arnold, S.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.</p>	<p>Pötschke, J.; Richter, V.; Gestrich, T.</p>
<p>Ultrathin flexible electrolyte supported cells ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition, Houston/TX (9.-15.11.2012), Vortrag</p>	<p>System integration of micro-tubular SOFC for a LPG-fueled portable power generator 10th European SOFC Forum – EFCF 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Poster</p>	<p>Mechanical properties of reactive air brazed ceramic-metal joints for SOFC 5th International Brazing and Soldering Conference, Las Vegas (22.-25.4.2012), S.450-457, Vortrag</p>	<p>Sintering behaviour of binderless tungsten carbide Powder Metallurgy Congress and Exhibition – Euro PM 2012, Basel (16.-19.9.2012), CD, Vortrag</p>
<p>Partsch, U.; Griebmann, H.; Claus, R.; Bach, S.</p>	<p>Pohl, M.; Jahn, M.</p>	<p>Pönicke, A.; Reuber, S.; Dosch, C.; Megel, S.; Kusnezoff, M.; Wunderlich, C.; Michaelis, A.</p>	<p>Potthoff, A.</p>
<p>Dickschicht- und Multilayer-basierte keramische Komponenten für die Kunststoffverarbeitung Tagung Verarbeitungsmaschinen, Verpackungstechnik – VVD 2012, Dresden (22./23.3.2012), S.199-209, Vortrag</p>	<p>Fast start-up with ceramic fuel cell components Achema 2012, Frankfurt (18.-22.6.2012), Vortrag</p>	<p>Portable 100 W power generator based on efficient planar SOFC technology 36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag</p>	<p>Aussagen und Grenzen der Partikelmesstechnik bei der Rohstoffanmusterung 49. Sitzung des Arbeitskreises Hartmetall, Bayreuth (24.10.2012), Vortrag</p>
<p>Partsch, U.</p>	<p>Pohl, M.; Jahn, M.; Locke, C.; Michaelis, A.</p>	<p>Pönicke, A.; Reuber, S.; Dosch, C.; Megel, S.; Kusnezoff, M.; Wunderlich, C.; Michaelis, A.</p>	<p>Potthoff, A.</p>
<p>Multilayerbasierte Komponenten</p>	<p>Form follows function – A parametric study of ceramic based CPO-reforming catalyst for hydrogen production 7th International Conference on Environmental Catalysis – ICEC 2012, Lyon (2.-6.9.2012), Vortrag</p>	<p>Characterization of nano-particles DGM-Fortbildungskurs »Nano-scale materials and advanced characterization techniques«, Dresden (5./6.12.2012), Vortrag</p>	<p>Characterization of nano-particles DGM-Fortbildungskurs »Nano-scale materials and advanced characterization techniques«, Dresden (5./6.12.2012), Vortrag</p>

Potthoff, A.; Lenzner, K. Einfluss des Energieeintrages bei der Aufbereitung auf die Granulateigenschaften Jahrestagung der UVR-FIA »Aufbereitung&Recycling«, Freiberg (8.11.2012), Vortrag	Rebenklau, L.; Gierth, P.; Mehlich, H.; Hausmann, J.; Grimm, M.; Stein, W.; Bell, H.; Clement, C.; Vogg, F. Low temperature interconnection techniques for high efficiency heterojunction solar cells 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Frankfurt (24.-28.9.2012), Poster	Designflexibilität in der Leistungselektronik DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag	eneramic® – Entwicklungsstand des mobilen SOFC-Stromgenerators Sächsisches Forum für Brennstoffzellen und Energiespeicher, Leipzig (23.10.2012), Vortrag
Potthoff, A.; Bremerstein, T.; Klohe, K.; Meyer, A.; Rödel, C. Einfluss von Partikelparametern auf die rheologischen Eigenschaften von Suspensionen Malvern-Seminar, Dresden (26.1.2012), Vortrag	Rechberger, J.; Kusnezoff, M.; Rissbacher, K. Modular SOFC20 system approach 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Reinhardt, K.; Rebenklau, L.; Partsch, U.; Sontag, D.; Steiner, A.; Waltinger, A. Nondestructive analyses of back contact formations at LoBaCo solar cells 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Frankfurt (24.-28.9.2012), Poster	Reuber, S.; Pönicke, A.; Wunderlich, C.; Michaelis, A. Portable 100 W power generator based on efficient planar SOFC technology 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
Potthoff, A. Pulver- und Suspensionscharakterisierung 17. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, Dresden (18./19.4.2012), Vortrag	Reichel, U. Ceramic materials based on nanopowders Nanotechnology Forum, St. Petersburg (3.7.2012), Vortrag	Reichel, U. Ceramic nanomaterials – Research & Development Nanotechnology Forum, St. Petersburg (3.7.2012), Poster	Richter, H.; Kämnitz, S.; Weyd, M.; Voigt, I.; Lubenau, U.; Mothes, R. Adsorption selective carbon membranes for CO₂-separation 12th International Conference on Inorganic Membranes, Enschede (9.-13.7.2012), Poster
Rabbow, T.; Gierth, U.; Schneider, M.; Michaelis, A. Nano particle surface modifications of screen-printed sensors for enhanced sensitivity 9th International Nanotechnology Symposium – Nanofair 2012, Dresden (12./13.6.2012), Vortrag	Reichel, U. Optokeramische Werkstoffe: Stand und Vorhaben Präsentation bei JenaOptronik GmbH, Jena (27.6.2012), Vortrag	Reichel, U.; Johannes, M.; Ludwig, H. Innovative Anwendungen oxidkeramischer Werkstoffe Thüringer Werkstofftag, Weimar (14.3.2012), Poster	Richter, H.; Weyd, M.; Kämnitz, S.; Kaltenborn, N.; Wöhner, S.; Voigt, I.; Mothes, R.; Lubenau, U. CO₂-abtrennende Membran zur Biomethanherstellung 12. Treffen des BioMethan-Kuratoriums des BBK und der FEE, Hermsdorf (4.6.2012), Vortrag
Rabbow, T.J.; Weiser, M.; Schneider, M.; Michaelis, A. Pulse Plating for electrocatalytic fuel cell and sensor applications 2. Workshop Oberflächentechnik, Ilmenau (6./7.9.2012), Vortrag	Reimann, T.; Töpfer, J.; Barth, S. Low-temperature sintered NTC ceramics for thick film temperature sensors and multilayer thermistors 8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.536-541/WP4, Vortrag	Reichel, U.; Johannes, M.; Ludwig, H. Innovative Anwendungen oxidkeramischer Werkstoffe 3. Jenaer Industriertage, Jena (28./29.03.2012), Poster	Richter, H.; Voigt, I.; Kaltenborn, N.; Kämnitz, S.; Voss, H.; Terre, J.; Kuhn, J. H₂-selective mole sieving carbon membranes 12th International Conference on Inorganic Membranes, Enschede (9.-13.7.2012), Vortrag
Räthel, J.; Beckert, W.; Herrmann, M. FAST/SPS temperature distribution during heating ramp 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Reinhardt, K. Bleioxid-freie Kupfer-Dickschicht-Pasten für mehr	Reuber, S. A modul-based approach for multi-objective design and optimization of solid oxide fuel cell systems 10th European SOFC Forum – EFCF 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Vortrag	Richter, H.; Puhlfürß, P.; Kociemba, P.; Voigt, I. Keramische Nanofiltrationsmembran mit einer Trenngrenze von 200 D: Neue Anwendungs-

<p>möglichkeiten in der Papierindustrie PTS Fachseminar »Membrantechnik in der Papierindustrie«, München (11./12.6.2012), Vortrag</p>	<p>Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Gleixner, A. Effiziente Bioethanolherstellung durch Nutzung der SBR-Technologie und Einsatz von Pervaporation zur Produktabtrennung 16. Heiligenstädter Kolloquium, Heilbad Heiligenstadt (24.-26.9.2012), Poster, Vortrag</p>	<p>Rödig, T. Benchmarking of piezoceramic materials for generator application 14th Leibniz Conference of Advanced Science »Sensorsysteme 2012«, Lichtenwalde (18./19.10.2012), Vortrag</p>
<p>Richter, H.; Voigt, I. Large scale ceramic membranes fabrication Pd Membrane Technology Scale-up Workshop, Rom (12.-14.11.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, H.-J.; Kucera, A.; Moritz, T. Fabrication of ceramic tapes with nano-zirconia powder 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, V.; Meißner, T.; Kühnel, D. Development of nano-structured materials requires a continuous consideration of health and environmental aspects 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Rödig, T.; Schönecker, A. Innovative Keramiken für effiziente Generatoren Fraunhofer-Workshop »Energieautarke Sensornetzwerke«, Berlin (16.2.2012), Vortrag</p>
<p>Richter, H.; Voigt, I.; Weyd, M. Robust gas separation porous ceramic membranes Innovation for Sustainable Production – i-SUP 2012, Brügge (6.-10.5.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, H.-J.; Adler, J.; Mazitschek, K.; Petasch, U. New technology and equipment for alternating plugging of DPF honeycombs 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster</p>	<p>Richter, V.; Pötschke, J.; Holke, R. Development of the microstructure of nanostructured materials during sintering Powder Metallurgy World Congress & Exhibition – World PM 2012, Yokohama (14.-18.10.2012), Vortrag</p>	<p>Rödig, T. Innovative Keramiken für piezoelektrische Generatoren Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14.-15.3.2012), Vortrag</p>
<p>Richter, H. Trennen durch Sieben – Keramische Membranen in der Flüssigfiltration und Gastrennung GdCH Ortsverband Aalen-Ostalb, Aalen (20.11.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, H.-J.; Ahlhelm, M.; Haderk, K. Process and material development for laser sintering of silicon carbide Direct Digital Manufacturing Fraunhofer Conference – DDMC 2012, Berlin (14./15.3.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, V.; Pötschke, J. Grain growth and the role of grain growth inhibitors in sintering nanoscaled ceramic powders 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Rödig, T.; Schönecker, A. Preparation and characterization of acoustic transducers based on KNN-ceramics IEEE International Ultrasonics Symposium 2012, Dresden (7.-10.10.2012), Vortrag</p>
<p>Richter, H.; Voigt, I. Zeolite hollow fibers Sino-German Symposium on Inorganic Membranes for Clean Energy and Clear Environment, Hannover (18.-23.3.2012), Vortrag</p>	<p>Richter, J.; Kriegel, R.; Voigt, I.; Kahn, R.; Glüsing, J.; Ruhe, N.; Beckmann, M.; Böhning, D.; Müller, M.; Ma, M. A combined catalyst and oxygen carrier system for the processing of tar containing gases 7th International Conference on Environmental Catalysis - ICEC 2012, Lyon (2.-6.9.2012), Poster</p>	<p>Richter, V.; Pötschke, J. Grain growth and the role of grain growth inhibitors in sintering nanoscaled ceramic powders 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Röhländer, D. Roh- und Werkstoffcharakterisierung Mitarbeiterschulung für PI Ceramic, Hermsdorf (22.2.2012), Vortrag</p>
<p>Richter, H.; Voigt, I. Zeolithmembranen – Stand der Entwicklung und Anwendung ProcessNet-Jahrestagung und 30. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen 2012, Karlsruhe (10.-13.9.2012), Vortrag</p>	<p>Richter-Listewnik, J.-H.; Thiering, S.; Pätz, R.; Weyd, M.; Richter, H.; Frense, D.; Reitberger, S.;</p>	<p>Rödig, T. Benchmarking of piezoceramic materials for generator application 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Rösler, G.; Häusler, A.; Blätter, M. Niedrig-Temperatur-Sinterung von Porzellan auf ultraleichten, hochporösen Brennplatten in mit Holzgas beheizten Schnellbrandöfen 9. BMBF-Forum Forschung für Nachhaltigkeit – FONA, Berlin (22./23.10.2012), Poster</p>
<p>Richter, H.; Günther, C.; Lenke, N.; Voigt, I. Thermal and hydrothermal stable zeolite membranes for H₂-separation 10th International Symposium on</p>	<p>Richter-Listewnik, J.-H.; Thiering, S.; Pätz, R.; Weyd, M.; Richter, H.; Frense, D.; Reitberger, S.;</p>	<p>Rödig, T. Benchmarking of piezoceramic materials for generator application 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Röhländer, D. Roh- und Werkstoffcharakterisierung Mitarbeiterschulung für PI Ceramic, Hermsdorf (22.2.2012), Vortrag</p>

Scheithauer, U.; Haderk, K.; Mannschatz, A.; Michaelis, A.; Richter, H.-J.; Scholl, R.; Slawik, T. Development of graded ceramics by ceramic tape and lamination technology 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Electrochemical Micro & Nanosys- tem Technologies – EMNT 2012, Linz (15.-17.8.2012), Vortrag	Dreikönigskirche, Dresden (25.6.-10.7.2012), Poster, Vortrag	Fachtagung Energiepflanzen für die Biogasproduktion, Trossin (29.8.2012), Vortrag
Schilm, J.; Rost, A.; Kusnezoff, M. Lithium-Ionen leitende Glaskera- miken als funktionelle Kompo- nenten in Sekundär-Batterien FORGLAS Workshop spin-off- Projekte, Spiegelau (3.7.2012), Vortrag	Schneider, M.; Leiva, D.; Fauser, G.; Bretthauer, C.; Barth, S.; Fritsch, M.; Schneider, M.; Langklotz, U.; Partsch, U.; Wunderlich, C. Characterization of processing technologies for lithium ion bat- tery manufacturing Kraftwerk Batterie, Münster (6./7.3.2012), Poster	Schönecker, A. Smart structures with integrated piezoelectric transducers – Aspects of design and use of series technologies 64th ICAT Smart Actuator Symposium, State College/PA (2./3.10.2012), Vortrag	Schwarz, B. Stand und neueste Entwicklung der Substratvorbehandlung für den Biomasseeinsatz in Biogas- anlagen 3. Biogastagung Landwirtschafts- kammer Niedersachsen »Anlagen- und Prozessoptimierung«, Verden (23.2.2012), Vortrag
Schmale, K.; Grünebaum, M.; Kämpfer, A.; Koops, S.; Pippardt, U. Investigations on the conducti- vity of doped ceria composite materials 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster	Schneider, M.; Kremmer, K.; Weidmann, S.K.; Fürbeth, W. Interplay between parameter variation and oxide structure of a modified PAA process Vth Aluminium Surface Science & Technology – ASST 2012, Sorrento (27.-31.5.2012), Vortrag	Schönfeld, K.; Klemm, H.; Michaelis, A. Ceramic components based on non-oxide fibre composite mate- rials for advanced systems in the hightemperature energy tech- nology 36th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2012, Daytona Beach/FL (22.-27.1.2012), Vortrag	Schwarz, B.; Wufka, A. Stand und Perspektiven der Nut- zung lignocellulosehaltiger Rest- stoffe für die Biogasproduktion Biogas Workshop IKTS, Dresden (9.5.2012), Vortrag Schwarz, B. Wirtschaftlichkeit von Biogas- anlagen auf Basis des EEG 2012 Biogas Workshop IKTS, Dresden (9.5.2012), Vortrag
Schmidt, J.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Uhlig, S. Plasma-enhanced chemical va- pour deposition (PECVD) of ZnO for TCO application 10th International Symposium on Ceramic Materials and Compo- nents for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Schneider, M.; Schubert, N.; Michaelis, A. Investigation of anodic dissolu- tion of cobalt in alkaline solution 8th International Symposium on ElectroChemical Machining Technology – INSECT 2012, Krakau (18./19.10.2012), Vortrag	Schubert, N.; Schneider, M.; Michaelis, A. ECM of tungsten carbide in am- moniacal solution – Investiga- tion of anodic dissolution 8th International Symposium on ElectroChemical Machining Technology – INSECT 2012, Krakau (18./19.10.2012), Vortrag	Schwarz, B. Wirtschaftlichkeit von Biogas- anlagen auf Basis des EEG 2012 Abschlussveranstaltung Bioenergie- netzwerk Sächsische Schweiz- Osterzgebirge, Dohna (28.6.2012), Vortrag
Schneider, M.; Langklotz, U.; Michaelis, A. The anomaly of a thickness de- pendent relative permittivity in ultrathin anodic oxide films 9th International Symposium on	Schneider, M.; Langklotz, U.; Sempf, K. Korrosion im Alltag – Schaden am Fahrrad GfKORR-Jahrestagung 2012, Frankfurt (6./7.11.2012), Vortrag	Schulz, M.; Kriegel, R.; Ritter, K. Experimental studies and modeling of oxygen flux in BSCF capillary modules 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag	Sempf, K.; Bauer, F.; Herrmann, M. Analysis of thickness and com- position of thin films 10th International Symposium on Ceramic Materials and Compo- nents for Energy and Environmental Applications – CMCEe 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
Schneider, M.; Langklotz, U.; Michaelis, A. The anomaly of a thickness de- pendent relative permittivity in ultrathin anodic oxide films 9th International Symposium on	Scholz, J. Strom aus (Ab-)Wärme – Ther- moelektrisch aktive Materialien machen es möglich 14. Sächssicher Landeswettbewerb zur Umsetzung der Agenda 21 in der beruflichen Bildung 2011/2012, Ausstellung der Ergebnisse,	Schwarz, B.; Reinhold, G. Potenziale und Wirtschaftlich- keit von Stroh als Substrat in Nassvergärungsanlagen	Seuthe, T.; Ihle, M.; Kretzschmar, C.; Ziesche, S. Ag-Pasten für hochstromtragfä- hige Spulen in LTCC-Leistungs- elektronik DKG-Jahrestagung 2012 / Sym-

- posium Hochleistungskeramik
DKG/DGM 2012, Nürnberg
(5.-7.3.2012), Vortrag
- Seuthe, T.; Grehn, M.;
Mermillod-Blondin, A.;
Rosenfeld, A.; Eichler, H. J.;
Bonse, J.; Eberstein, M.
Effects of single-pulse femtosecond laser irradiation on the structure of silicate glasses
11th ESG Conference and 86.
DGG-Jahrestagung, Maastricht
(4.-7.6.2012), Vortrag
- Simon, A.; Kaiser, S.; Kämnitz, S.;
Schulz, M.; Richter, H.; Voigt, I.
Synthese und Charakterisierung von Carbon Nanotubes für die Energie- und Umwelttechnik
Thüringer Werkstofftag, Weimar
(14.3.2012), Poster
- Slawik, T.
Anwendung papiertechnologischer Verfahren zur Darstellung von Halbzeugen für flächenhafte funktionelle Metall- und Metall-Nichtmetall-Schichtverbunde
23. Jahreshauptversammlung des APV Dresden, Dresden (8.6.2012), Vortrag
- Slawik, T.
Anwendung papiertechnologischer Verfahren zur Entwicklung von zwei- und dreidimensionalen keramischen und metall-keramischen
Werkstoffverbund-Bauteilen:
Hans-Walter-Hennicke Vortragswettbewerb, DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012), Vortrag
- Slawik, T.; Baumann, A.;
Großmann, H.; Handke, T.;
Michaelis, A.; Moritz, T.;
Scheithauer, U.; Scholl, R.
Ceramic and metal-ceramic product concepts based on papertechnological processes
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Slawik, T.; Moritz, T.
Spiral winding of green tapes
Junior Euromat 2012, Lausanne
(23.-27.7.2012), Poster
- Sommer, E.; Kriegel, R.;
Voigt, I.
Sauerstoff-Normal für die Online-Kalibrierung in der Prozess-Analytik
Thüringer Werkstofftag, Weimar
(14.3.2012), Vortrag
- Sonntag, F.; Schmieder, F.;
Ziesche, S.; Rabbow, T.;
Schmieder, S.; Bürger, M.;
Klotzbach, U.
Universelle Plattform für die automatisierte, amperometrische Überwachung von Reportergenassays
4. Dresdner Medizintechnik Symposium, Dresden
(3.-5.12.2012), Vortrag
- Standke, G.; Quadbeck, P.;
Kümmel, K.; Balzer, H.;
Wierhake, A.
Transfer of manufacturing process for stainless-steel foam to industrial scale
Cellular Materials – CELLMAT 2012, Dresden (7.-9.11.2012), Vortrag
- Stockmann, J.
Uniaxiales Pressen
17. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, Dresden (18./19.4.2012), Vortrag
- Stockmann, J.
Verbindungstechnik
Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik
Teil III: Konstruktion, Prüfung, Freiburg (8./9.11.2012), Vortrag
- Suffner, J.; Rost, A.
Glaskeramische Werkstoffe zur Fügung von hochchromhaltigen Metallen mit Keramiken zum Einsatz in der Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC)
DKG Symposium Fügen von Keramik, Erlangen (4.12.2012), Vortrag
- Thiele, M.; Herrmann, M.
B₂O₃ ceramics prepared by near-ambient and high pressure sintering technologies
Freiberg High Pressure Symposium, Freiberg (8.-10.10.2012), Vortrag
- Thiele, M.; Herrmann, M.
Boron suboxide (B₂O₃) with oxide additives for cutting and wear applications
Freiberg High Pressure Symposium, Freiberg (8.-10.10.2012), Vortrag
- Toma, L.-F.; Berger, L.-M.;
Langner, S.; Potthoff, A.; Rödel, C.;
Scheitz, S.
Suspension spraying – Advances and potentials of a new thermal spray technology
10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag
- Tröber, O.; Kahle, H. I.; Trentsch, S.;
Richter, H.; Heft, A.; Grünler, B.;
Spange, S.
Stabilizing of photochromic dyes by encapsulation inside mesoporous aluminosilicate nanoparticles
24. Deutsche Zeolith-Tagung, Magdeburg (7.-9.3.2012), Vortrag
- Tröber, O.; Richter, H.; Voigt, I.
Zeolite filled PDMS membranes for pervaporation
24. Deutsche Zeolith-Tagung, Magdeburg (7.-9.3.2012), Poster
- Tröber, O.; Richter, H.; Weyd, M.;
Brüschke, H.; Tusel, E.
Zeolite filled PDMS/PAN membranes for separation of low concentrated alcohol/water mixtures
Euromembrane 2012, London
(23.-27.9.2012), Poster
- Uhlig, S.; Schmidt, J.; Michaelis, A.;
Kinski, I.
Comparative study on doped ZnO
27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Frankfurt
(24.-28.9.2012), Vortrag, Poster
- Voigt, I.; Richter, H.; Kriegel, R.
Anorganische Membranen für die Flüssigfiltration und Gas-trennung
13. Wörlitzer Workshop »Membrantechnologien und Modifizierung von Membranen«, Wörlitz
(4.7.2012), Vortrag
- Voigt, I.; Richter, H.; Weyd, M.
Ceramic membranes for an efficient biomass conversion
DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg
(5.-7.3.2012), Vortrag
- Voigt, I.; Richter, H.; Kriegel, R.;
Weyd, M.

<p>Ceramic membranes for vapour permeation and gas separation IMeTI & CARENA Workshop on Inorganic Membrane Technology, Montpellier (27.-28.3.2012), Vortrag</p>	<p>Netzwerk »Silane«, Düsseldorf (26.1.2012), Vortrag</p>	<p>5th European Pulse Plating Seminar, Wien (9.3.2012), Poster</p>	<p>Fouling resistant ceramic honeycomb nanofilters for efficient water treatment - trends of project CeraWater 2nd Dissemination Workshop of the Nano4water Cluster, Thessaloniki (24.-25.4.2012), Vortrag</p>
<p>Voigt, I.; Puhlfürß, P.; Richter, H.; Endter, A.; Duscher, S.; Herrmann, K. Ceramic NF-membranes with a cut-off of 200 Da 12th International Conference on Inorganic Membranes, Enschede (9.-13.7.2012), Vortrag</p>	<p>Wätzig, K.; Krell, A.; Michaelis, A. Highly transparent MgAl₂O₄ spinel prepared by powder of sol gel synthesis 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Platinum pulse plating on aligned MWCNT for the application in PEMFC 9th International Nanotechnology Symposium – Nanofair 2012, Dresden (12.-13.6.2012), Poster</p>	<p>Weyd, M.; Prehn, V. Keramische Mikro-, Ultra- und Nanofiltrationsmembranen für die Energie und Umwelttechnik Ceramatec 2012, München (22.-25.5.2012), Vortrag</p>
<p>Voigt, I.; Kriegel, R.; Sommer, E. Effiziente Sauerstoffherzeugung für Verbrennungs- und Vergasungsprozesse ThEGA-Forum, Erfurt (11.10.2012), Vortrag</p>	<p>Wätzig, K.; Grimm, M.; Kinski, I.; Michaelis, A. Microcrystalline silicon thin films using PECVD and high order silanes 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Vortrag</p>	<p>Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Platinum pulse plating on aligned MWCNTs for PEMFC 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE 2012, Dresden (20.-23.5.2012), Poster</p>	<p>Weyd, M.; Richter, H.; Stahn, M.; Puhlfürß, P.; Voigt, I. CeraWater – Ceramic membranes für water treatment Aachener Membran Kolloquium, Aachen (7.-8.11.2012), Poster</p>
<p>Voigt, I.; Hoyer, T.; Fischer, G.; Kämnitz, S.; Köhler, B.; Sikora, R.; Tupaika, F.; Niemi, F. G.; Schulze, T. Keramischer Hohlfaserkontakt für die Membranextraktion Thüringer Werkstofftag, Weimar (14.3.2012), Poster</p>	<p>Wätzig, K. Transparent spinel ceramic – New perspectives of a well-known material 7th International Scientific & Technological Conference – Polish Ceramics 2012, Krakau (9.-12.9.2012), Vortrag</p>	<p>Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Pulse plating of platinum nanoparticles on aligned multi-walled CNTs 9th International Symposium on Electrochemical Micro & Nanosystem Technologies – EMNT 2012, Linz (15.-17.8.2012), Vortrag</p>	<p>Wolter, M.; Fauser, G.; Bretthauer, C.; Roscher, M.A. End-of-line testing and formation process in Li-ion battery assembly lines 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices – SSD, Chemnitz (20.-23.3.2012), Vortrag</p>
<p>Voigt, I. Nano-Kohlenstoffsichten für Anwendungen in der Membrantechnik und Katalyse 2. Fachtagung Nano-Kohlenstoff, Augsburg (28.9.2012), Vortrag</p>	<p>Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Platinum Pulse Plating on aligned MWCNTs for PEMFC 3rd CARISMA International Conference on medium and high Temperature PEM Fuel Cells, Kopenhagen (3.-6.9.2012), Vortrag</p>	<p>Weyd, M.; Richter, H.; Tröber, O.; Hoyer, T.; Voigt, I. Bio alcohol concentration by pervaporation with organophilic zeolite membranes – Influence of protective coatings on fouling tendency Euromembrane 2012, London (23.-27.9.2012), Vortrag</p>	<p>Wolter, M.; Potthoff, A.; Knecht, F.; Meißner, T. Fertigung von Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien – Spezifische Anforderungen an lufttechnische Anlagen aus Prozesssicht 3. ULT-Symposium – Lufttechnik für Zukunftstechnologien, Löbau (29.3.2012), Vortrag</p>
<p>Voigt, I.; Puhlfürß, P.; Herrmann, K.; Duscher, S.; Richter, H. New ceramic nanofiltration membranes with a cut-off below 450 D Achema 2012, Frankfurt (18.-22.6.2012), Vortrag</p>	<p>Wätzig, K. Erhöhung der Abscheidungsrate von Si-Schichten mit höheren Silanen Arbeitsreffen Wissenschaftliche</p>	<p>Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Platinum Nanoparticles on aligned MWCNT for PEMFC</p>	<p>Wolter, M.; Bretthauer, C.; Wunderlich, C.; Roscher, M.A. Industrial production of Li-battery cells and systems – Scale up from lab to fab Advanced Automotive Battery</p>

Conference – AABC Europe 2012, Mainz (18.-22.6.2012), Poster	Mai, B.E.	Zins, M.	»Chemische Verfahrenstechnik/ Reaktionstechnik« HTW Dresden, Chemieingenieurwesen (SS 12; WS 12/13)
Wufka, A. Breitenwirksame, wirtschaftliche Biogasgewinnung aus hoch lignozellulosehaltigen biogenen Reststoffen	Status Entwicklung SOFC Stack-technologie am Fraunhofer IKTS DGM Fortbildungsseminar »Werkstofffragen der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC)«, Jülich (9.-11.5.2012), Vortrag	Treffpunkt Keramik – Durch Kooperation zur Innovation Ceramatec 2012, München (22.-25.5.2012), Vortrag	Dr. Jahn, M. Vorlesung »Verfahrenstechnische Entwicklung eines SOFC-Systems für den Einsatz von Biogas« Im Rahmen der Lehrveranstaltung »Apparate und Anlagen« TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Studiengang Verfahrenstechnik (9.1.2012)
Energetische Biomassenutzung – Neue Technologien und Konzepte für die Bioenergie der Zukunft, Berlin (5./6.11.2012), Vortrag	Zeidler, S.; Puhlfürß, P.; Kätzler, U.; Voigt, I.	Lehrtätigkeiten von Mitarbeitern	
Wufka, A. Potenziale und Wirtschaftlichkeit von Stroh als Substrat in Nassvergärungsanlagen	Solvent nanofiltration with a molecular weight cut-off < 500 Da Euromembrane 2012, London (23.-27.9.2012), Vortrag	Dr. Barth, S. Vorlesung »Keramische Verfahrenstechnik« Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS 12/13)	
Fachverband Biogas: »Neuentwicklungen in der Biogastechnologie in Mitteldeutschland«, Halle (25.10.2012), Vortrag	Zelm, R.; Handke, T.; Slawik, T.; Moritz, T.; Scholl, R.	Dr. Eberstein, M. Vorlesung »Technologie der Keramik« Technische Universität Berlin, Fakultät III, Prozesswissenschaften, Werkstoffwissenschaften und -technologien/Keramische Werkstoffe (WS12/13)	Dr. Jahn, M. Vorlesung »Brennstoffzellen«, im Rahmen der Lehrveranstaltung »Keramische Werkstoffe – anorganisch-nichtmetallische Hochleistungswerkstoffe« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (27.1.2012)
Wufka, A. Strohmonovergärung	Anwendung papiertechnologischer Verfahren zur Erzeugung metallkeramischer Werkstoffverbunde Internationales ECEMP-Kolloquium 2012, Dresden (25./26.10.2012), Vortrag	Dr. Fries, M. Vorlesung »Produktgestaltung keramische Sprühgranulate« Georg-Simon-Ohm, Hochschule Nürnberg (5.12.2012)	Dr. Jahn, M. Vorlesung »Verfahrenstechnische Entwicklung eines SOFC-Systems für den Einsatz von Biogas« HTW Berlin, Studiengang Regenerative Energietechnik (30.10.2012)
Bioenergie-Tag, Applikationszentrum Bioenergie Pöhl (6.3.2012), Vortrag	Ziesche, S.; Ihle, M.; Eberstein, M.	Dr. habil. Herrmann, M. Vorlesung und Studentenbetreuung »Technische Keramische Werkstoffe« University of Witwatersrand, Johannesburg, Südafrika (03/2012 und 09/2012)	
Wunderlich, C. Die Brennstoffzelle – Was vermag sie wirklich?	High current conductors in LTCC 8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2012, IMAPS/ACerS, Erfurt (16.-19.4.2012), S.25-29/TA14, Vortrag		Dr. Kriegel, R. Vorlesung »Keramische Verfahrenstechnik« Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS 12/13)
Wunderlich, C. Mobile Stromgeneratoren auf Brennstoffzellenbasis	Zins, M.	Dipl.-Ing. Höhn, S. Vorlesung »Keramografie«, im Rahmen der Lehrveranstaltung »Metallografie« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (30.1.2012)	
Fraunhofer Symposium »Netzwerk«, München (4./5.12.2012), Vortrag	Anwendung und Lieferanten keramischer Hochleistungskomponenten Advancer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik, Teil I: Werkstoffe, Verfahren, Dresden (14./15.3.2012), Vortrag	Dr. Jahn, M. Vorlesung und Übung	
Wunderlich, C. Sächsische Brennstoffzellen im internationalen Wettbewerb	Zins, M.		Prof. Dr. Michaelis, A.; Dr. Kusnezoff, M.; Dr. Stelter, M.; Dr. Partsch, U.; Dr. Jahn, M.; Heddrich, M. Vorlesung »Keramische Funktionswerkstoffe« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS 12)
IHK Forum Brennstoffzelle, Dresden (31.5.2012), Vortrag	Technische Keramik – Keramische Komponenten für die Energie und Umwelttechnik Ceramatec 2012, München (22.-25.5.2012), Vortrag		
Wunderlich, C.; Kusnezoff, M.; Megel, S.; Schilm, J.; Pönicke, A.;			

- Prof. Dr. Michaelis, A.**
Vorlesung und Praktikum
»Keramische Werkstoffe«
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS 11/12; WS 12/13)
- Prof. Dr. Michaelis, A.;**
Dr. Rebenklau, L.;
Dr. Schönecker, A.
Kapitel: »Technologien der Dickschichttechnik« in der Vorlesungsreihe »Hybridtechnik«
TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (WS 11/12)
- Dr. Moritz, T.**
Vorlesung
»Keramikspritzgießen«
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena (22.11.2012)
- Dr. Moritz, T.**
Vorlesung
»Keramikspritzgießen«
TU Bergakademie Freiberg (15.6.2012)
- Dr. Moritz, T.**
Vorlesung
»Grundlagen der Technischen Keramik«
Kunsthochschule Halle, Burg Griebichenstein (WS 12/13)
- Dr. Rebenklau, L.**
Vorlesung
»Dickschichttechnik« und »Multilayerkeramik« in der Vorlesung von Prof. Michaelis »Funktionskeramik«
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS 12)
- Dr. Stelter, M.**
Vorlesung
»Technische Chemie I«
Friedrich-Schiller-Universität Jena (SS 12; WS 12/13)
- Dipl.-Ing. Svoboda, H.;**
Dr. Fries, M.
Vorlesung
»Pulveraufbereitung und -konfektionierung« im Rahmen der Lehrveranstaltung
»Keramische Werkstoffe«
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (9.11.2012)
- Dr. Voigt, I.**
Vorlesung
»Keramische Verfahrenstechnik«
Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS 12/13)
- Dr. Zins, M.**
Vorlesung
»Metalle, Kunststoffe, Keramiken – Technische Keramik als Leichtbaustoff«
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS 11/12, WS 12/13)
- **Mitarbeit in Gremien und Ausschüssen**

- Gremien**
- Dr. Krell, A.**
- Associate Editor des »Journal of the American Ceramic Society«
- Prof. Dr. Michaelis, A.**
- Editorial Board des »Journal of Ceramic Science and Technology«
- Editorial Board des »International Journal of Materials Research«
- Schriftenreihe Kompetenzen in Keramik, Michaelis, A. (Hrsg.), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, Start 2006
- Schriftenreihe Kompetenzen in Keramik und Umweltverfahrenstechnik, Michaelis, A. (Hrsg.), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, Start 2008
- Prof. Dr. Michaelis, A.**
- AGEF e.V. Institut an der Heinrich-Heine-Universität, Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V., Mitglied
- Forschungszentrum Dresden Rossendorf, Mitglied
- DECHEMA Gesellschaft für Chemie Technik und Biotechnologie e.V., Mitglied
- DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde, Mitglied
- »World Academy of Ceramics« WAC, Mitglied
- WAC Forum Committee (2010-2014), Mitarbeit
- DKG-Vorstandsmitglied sowie Vorsitzender der Forschungsgemeinschaft der Deutschen Keramischen Gesellschaft
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Funktionskeramik«, Leitung
- DECHEMA-Arbeitsausschuss »Angewandte Anorganische Chemie«
- Fraunhofer-Allianz AdvanCer, Sprecher
- DPG-Deutsche Physikalische Gesellschaft
- Institutsrat des IfWW, TU Dresden
- Fa. Roth & Rau, Aufsichtsratsmitglied
- AiF Wissenschaftlicher Rat
- Solarvalley Mitteldeutschland e.V., Vorstand
- Wissenschaftlicher Beirat »Photovoltaik Silicon Saxony«, Mitglied
- Hochschulrat der Westsächsischen Hochschule Zwickau, Mitglied
- Dresdner Gesprächskreis der Wirtschaft und der Wissenschaft e.V.
- NanoChem, BMBF, Gutachter
- Gutachterausschuss »Interne Programme« der Fraunhofer Gesellschaft, Mitglied
- Lenkungsgrremium Innovationszentrum Energieeffizienz TU Dresden
- Beirat eZelleron GmbH
- Vorstand Materialforschungsbund Dresden e.V. MFD, Mitglied
- Energiebeirat des Wirtschaftsministeriums Sachsen
- Beirat Industrielles Netzwerk Erneuerbare Energien Sachsen EESA
- Dresden concept e.V.
- Clean Tech Media Award, Jurymitglied
- Gutachterausschuss »Märkte von Übermorgen« der Fraunhofer-Gesellschaft, Gutachter
- Dr. Richter, H.**
- International Zeolite Association
- Dr. Voigtsberger, B.**
- DKG Mitglied des Präsidiums und Vorstandes
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«, Vorsitz
- Hochschulrat Fachhochschule Jena
- MNT Mikro-Nano-Technologie Thüringen e.V., Vorstandsmitglied
- Wirtschaftsbeirat der Ministerpräsidentin Thüringens
- IHK Ostthüringen zu Gera, Ausschuss für Industrie und Forschung
- Dr. Wunderlich, C.**
- Energy Saxony e.V., Vorstand
- Fuel Cell Energy Solutions GmbH, Mitglied im Beirat
- Energy Saxony e.V., 2. Vorsitzender
- European Fuel Cell Forum, International Bord of Advisors

Fachausschüsse

Dipl.-Krist. Adler, J.

- DGM Fachausschuss »Zellulare Werkstoffe«
- FAD-Förderkreis »Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V.«

Dr. Beckert, W.

- Fraunhofer-Allianz »Numerische Simulation von Produkten und Prozessen« NUSIM

Dipl.-Math. Brand, M.

- Fachausschuss »Schallemissionsprüfung (SEP)« der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung DGZfP

Dr. Faßauer, B.

- Fraunhofer-Allianz SysWasser
- Wasserwirtschaftliches Energiezentrum Dresden – e.qua impuls e.V.

Freund, Susanne

- Fraunhofer-Allianz AdvanCer, Geschäftsstelle

Dr. Friedrich, E.

- Fachverband »Biogas«

Dr. Fries, M.

- DGM/DKG-Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«, Leiter
- DKG-Fachausschuss FA III »Verfahrenstechnik«
- ProcessNet-Fachgruppe »Agglomerations- und Schüttguttechnik«, Beiratsmitglied
- ProcessNet-Fachgruppe »Trocknungstechnik«, Beiratsmitglied

Dr. Gestrich, T.

- Gemeinschaftsausschuss »Pulvermetallurgie«, Expertenkreis »Sintern«

- GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik«

Dipl.-Ing. Gronde, B.

- Gemeinschaft »Thermisches Spritzen e.V.«
- DVS-Arbeitsgruppe »Thermisches Spritzen«

Dr. Herrmann, M.

- DGM-Fachausschuss »Thermodynamik, Kinetik und Konstruktion der Werkstoffe«
- DGM-Fachausschuss »Field Assisted Sintering Technique / Spark Plasma Sintering«

Dipl.-Ing. Jaenicke-Rößler, K.

- GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik«
- GEFTA-Arbeitskreis »Messunsicherheit von Thermomodulatoren«

Dr. Klemm, H.

- DKG-Arbeitskreis »Verstärkung keramischer Stoffe«
- DIN-Normungsausschuss »Materialprüfung NMP 291«
- Carbon Composites e.V., Arbeitskreis »Ceramic Composites«

Kunath, R.

- Arbeitskreis »Dresdner Informationsvermittler e.V.«
- Arbeitskreis »Spezialbibliotheken«

Dr. Kusnezoff, M.

- DIN/VDE, Referat K 141, DKE Deutsche Kommission, »Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik«
- Arbeitskreis »Aufbau- und Verbindungstechnik für Hochtemperatursensoren«

Dr. Lausch, H.

- VDE/VDI Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktech-

- GMM-Fachausschuss 4.7 Mikro-Nano-Integration

- VDE/DGMT/BMBF Begleitforschung Intelligente Implantate, externes Mitglied
- Fraunhofer-Gesellschaft e.V., Forschungsplanung, Fraunhofer Discover Markets 2030

Dipl.-Ing. Lincke, Marc

- ANS e.V. Fachausschuss »Biokohle«

Dipl.-Ing. Ludwig, H.

- DGM-Fachausschuss »Biomaterialien«

Dr. Moritz, T.

- ENMAT »European Network of Materials Research Centres«, Vice President
- Management Committee of COST action MP0701 »Nanocomposite Materials«
- DECHEMA-Fachausschuss »Nanotechnologie«
- DKG-Expertenkreis »Keramik-spritzguss«, Vorstandsvorsitzender
- Redaktionsbeirat der cfi/Ber. DKG, Vorsitzender

Dipl.-Phys. Mürbe, J.

- VDI-Bezirksverein Dresden, Arbeitskreis »Granulometrie«

Nake, K.

- DGM-Arbeitskreis »Härteprüfung und AWT«, Fachausschuss »FA-12«

Dr. Petasch, U.

- FAD-Förderkreis »Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V.«

Dipl.-Ing. Pönicke, A.

- DVS-Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe W3 »Fügen von Metall, Keramik und Glas«

Dr. Potthoff, A.

- DGM/DKG-Arbeitskreis »Prozessbegleitende Prüfverfahren«
- DECHEMA/VDI-Arbeitskreis »Responsible Production and Use of Nanomaterials«
- Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Dipl.-Ing Rätzel, J.

- DGM-Fachausschuss »Field Assisted Sintering Technique / Spark Plasma Sintering«

Dr. Rebenklau, L.

- VDI/VDE-GMM Fachausschuss 5.5 »Aufbau- und Verbindungstechnik«
- VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik
- Arbeitskreis »Aufbau- und Verbindungstechnik für Hochtemperatursensoren«

Dr. Reichel, U.

- DKG-Fachausschuss 6 »Werkstoffanwendungen«
- DKG-Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«
- DGM-Fachausschuss »Field Assisted Sintering Technique / Spark Plasma Sintering«

Dr. Richter, H.-J.

- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Keramische Membranen«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Biokeramik«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Generative Fertigung keramischer Komponenten«

Dr. Richter, V.

- VDI-Fachausschuss »Schneidstoffanwendung«
- DECHEMA/VCI-Arbeitskreis »Responsible Production and Use of Nanomaterials«
- DGM-Arbeitskreis »Materialkundliche Aspekte der Tribologie und der Endbearbeitung«
- DIN-Normenausschuss »Werkstofftechnologie« (NWT), AA »Probenahme und Prüfverfahren für Hartmetalle«
- DIN-Normenausschuss »Materialprüfung« (NMP), AA »Nanotechnologien«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Pulvermetallurgie«, Expertenkreis »Sintern«
- Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie
- EPMA-Arbeitskreis »European Hard Materials Group«

Dr. Rost, Axel

- DVS-Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe W3 »Fügen von Metall, Keramik und Glas«

Dr. Schilm, J.

- DGG-Fachausschuss 1 »Physik und Chemie des Glases«
- DKG/DGG-Arbeitskreis »Glasigkristalline Multifunktionswerkstoffe«
- DVS-Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe W3 »Fügen von Metall, Keramik und Glas«

Dr. Schönecker, A.

- Beirat der Smart Material GmbH Dresden

Dipl.-Chem. Schubert, R.

- DKG-Expertenkreis »Keramik-spritzguss«

Standke, Gisela

- DGM Fachausschuss »Zelluläre Werkstoffe«

Dipl.-Ing. Stahn, M.

- VDI-Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb

Dr. Stelter, M.

- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Energie«
- DGM-Fachausschuss »Werkstoffe der Energietechnik«

Dipl.-Min. Thiele, S.

- GTS-Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V.

Dr. Voigt, I.

- GVC-Fachausschuss »Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik«
- ProcessNet-Arbeitsausschuss »Membrantechnik«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Keramische Membranen«, Leiter
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordination«

Dr. Wunderlich, C.

- VDI-Fachausschuss »Brennstoffzellen«

Dr. Zins, M.

- DKG-Koordinierungsgruppe »Strukturwerkstoffe Fachausschüsse«
- Fachausschuss »Pulvermetallurgie«
- DKG-Fachausschuss »Keramik-anwendungen«
- Deutsche Messe AG, Fachmessebeirat »Industrial Supply«
- Messe München, Fachbeirat »Ceramitec«
- Institut für Prozess- und Anwendungstechnik Keramik, RWTH Aachen, Vorstand

Programmausschüsse bei Fachtagungen**Prof. Dr. Michaelis, A.**

- Vision Keramik 2014
- ProcessNet DECHEMA-Diskussionstagung »Anorganisch-Technische Chemie«, Frankfurt (2012), Vorbereitungscommittee
- DKG-Jahrestagung 2012 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012)
- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Organisationscommittee
- Materials Science Engineering – Internationale MSE Tagung 2012, Darmstadt (25.-27.9.2012)
- 3. Dresdner Werkstoffsymposium »Werkstoffe für die Mobilität«, Dresden, TU Dresden IfWW (6./7.12.2012)

Dipl.-Min. Adler, J.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »High-temperature ceramic filters and membranes«, Organisationscommittee

Dr. Eberstein, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Advanced functional ceramic materials and systems«, Organisationscommittee

Dr. Endler, I.

- 10th International Symposium on

Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Ceramic coatings for structural, environmental and functional applications – Ceramic thin films«, Organisationscommittee

Dr. Faßauer, B.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Advanced structural ceramics for energy and environmental technology«, Organisationscommittee

Freund, S.

- AdvanCer-Schulungsprogramm Hochleistungskeramik Teil I: Werkstoffe, Verfahren, IKTS Dresden (14./15.3.2012)

Dr. Fries, M.

- 17. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, IKTS Dresden/ TU Dresden (18./19.4.2012), Programm-Organisator
- 5. DKG/DGM-Arbeitskreissitzung »Verarbeitungseigenschaften synthetischer Rohstoffe«, IKTS Dresden (22.3.2012), Programm-Organisator

Gronde, B.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Ceramic coatings for structural, environmental and functional applications –

Ceramic spray coatings«, Organisationskomitee

Dr. Gestrich, T.

- 31. Hagener Symposium Pulvermetallurgie »Pulvermetallurgie – zukunftsweisend vom Rohstoff bis zur Anwendung«, Hagen (29./30.11.2012), Programmausschuss

Dr. Herrmann, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Novel, green and energy efficient processing and manufacturing technologies« und Programmsektion »Nanoscaled ceramic powders and fibers, their properties and applications«, Organisationskomitee
- 2. Sitzung des DGM-Fachauschusses »Field Assisted Sintering Technique / Spark Plasma Sintering«, IKTS Dresden (13.11.2012)

Dr. Klemm, H.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Advanced structural ceramics for energy and environmental technology« and Programmsektion »Ceramic matrix composites«, Organisationskomitee

Dr. Kinski, I.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Precursor

derived ceramics / Persistent phosphors and luminescent materials«, Organisationskomitee

Dr. Krell, A.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Transparent ceramics«, Organisationskomitee

Dr. Kusnezoff, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »SOFC materials and Technology«, Organisationskomitee

Dr. Martin, H.-P.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Energy harvesting systems«, Organisationskomitee

Dr. Potthoff, A.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Nanoscaled ceramic powders and fibers, their properties and applications«, Organisationskomitee

Dr. Partsch, U.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012),

Programmsektion »Ceramic materials and systems for energy conversion and storage« und Programmsektion »Advanced functional ceramic materials and systems«, Organisationskomitee

Dr. Rebenklau, L.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Advanced functional ceramic materials and systems«, Organisationskomitee

Dr. Richter, V.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Nanoscaled ceramic powders and fibers, their properties and applications«, Organisationskomitee

Dr. Schönecker, A.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Energy harvesting systems« and Programmsektion »Transparent ceramics«, Organisationskomitee

Dr. Schneider, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Ceramic materials and systems for energy conversion and storage«, Organisationskomitee

Dr. Stelter, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Novel, green and energy efficient processing and manufacturing technologies«, Organisationskomitee
- Sächsisches Forum für Brennstoffzellen und Energiespeicher, Leipzig (23.10.2012), Programmkomitee

Dr. Voigt, I.

- 12th International Conference on Inorganic Membranes, Enschede, Netherlands (9.-13.7.2012), Komitee
- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »High-temperature ceramic filters and membranes«, Organisationskomitee

Dr. Voigtsberger, B.

- DKG-Jahrestagung 2012/Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012)

Dr. Wätzig, K.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEe, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Persistent phosphors and luminescent materials«, Organisationskomitee

Dr. Wolter, M.

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environ-

- mental Applications – CMCEE, Dresden (20.-23.5.2012), Programmsektion »Ceramic materials and systems for energy conversion and storage«, Organisationskomitee
- Dr. Wunderlich, C.**
- 10th European SOFC Forum – EFCF 2012, Lucerne (26.-29.6.2012), Advisory Board
- Dr. Zins, M.**
- CERAMITEC Forum »Tag der Technischen Keramik«, München (24.5.2012)
-
- Dissertationen**
-
- Heddrich, Marc Philipp**
Thermodynamische Analyse von SOFC-Systemkonzepten und experimentelle Validierung
Dissertation 2012
IKTS Dresden – TU Clausthal, Institut für Metallurgie
- Kavurucu Schubert, Sena**
Effects of hydrogen sulfide in fuel gas on SOFC stack performance with nickel containing anodes
Dissertation 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Meißner, Tobias**
Methoden der Nanopartikelcharakterisierung zur Optimierung toxikologischer Studien
Dissertation 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Meyer, Anja**
Einfluss der Mahlung auf die Stabilität von Böhmit in wässrigen Suspensionen
Dissertation 2012
- IKTS Dresden – Universität Karlsruhe, Fakultät Maschinenbau, Institut für Angewandte Materialien-Angewandte Werkstoffphysik
- Nicolai, Michael**
Polarisierungsverhalten von Piezokeramik unter kombinierter elektrischer, mechanischer und thermischer Beanspruchung
Dissertation 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft
- Rost, Axel**
Entwicklung degradationsstabiler Glaslote für keramische Hochtemperaturbrennstoffzellen
Dissertation 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft
-
- Diplomarbeiten**
-
- Abel, Johannes**
Einfluss des Feuchtegehalts keramischer Feedstocks auf die Verarbeitungseigenschaften und die Qualität spritzgegossener Bauteile
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Bernhard, Matthias**
Leitfähigkeitsuntersuchungen an mischleitenden Membranen
Masterarbeit 2012
IKTS Hermsdorf – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec
- Bindernagel, Daniel**
Untersuchung des Trennverhaltens von Zeolithmembranen
Bachelorarbeit 2012
IKTS Hermsdorf – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec
- hochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec
- Brieskorn, Leander**
Untersuchung von Gaszusätzen auf das Wachstum gerichteter Carbon Nanotubes unter Verwendung unterschiedlicher Katalysatoren
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Friedrich, Felix**
Labortechnische Untersuchungen zur biologischen Hydrolyse von mechanisch-enzymatisch vorbehandelten lignocellulosehaltigen Reststoffen
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten
- Furche, Stefan**
Entwicklung und Charakterisierung von Glasmatrixkomponenten als poröse Abdeckschicht für Multilayer basierte Referenzelektroden
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik
- Göbel, Martin**
Charakterisierung und elektrochemische Bewertung eines Mikro-SOFC-Stack
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Große, Frieder**
Labortechnische Untersuchungen zur quasikontinuierlichen Vergärung von lignocellulosehaltigen Reststoffen
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten
- Herre, Robert**
Untersuchung der temperaturabhängigen elektrischen Eigenschaften offenzelliger keramischer Schäume aus Siliziumkarbid
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
- Heubner, Christian**
In-situ Temperaturmessung über die Phasengrenzen einer Lithiumionen-batterie-zelle
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
- Hofacker, Martin**
Entwicklung einer integrierten Trocknungsmethode für dünnwandige keramische Extrudate
Masterarbeit 2012
IKTS Hermsdorf – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec
- Höfgen, Eric**
Herstellung und Charakterisierung von dotierten BaMgAl₁₀O₁₇-Pulvern (BAM) unterschiedlicher Partikelgröße
Bachelorarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik
- Kanz, Jana**
Untersuchung einer kombinierten Nachbrenner-Reformer-Einheit für den Einsatz in einem Hochtemperaturbrennstoffzellensystem
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Killer, Mathias

Entwicklung und Untersuchung von Regelungsverfahren für direkt bestromte Hochtemperatur-Gaserhitzer in der Brennstoffzellen-Systementwicklung
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – Hochschule Lausitz, Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik

Klohe, Kathrin

Maßgeschneiderte TiO₂-Schichten durch Anpassung der Parameter beim Suspensionsspritzen
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – Fraunhofer IWS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Klose, Patrick

Herstellung und Charakterisierung keramischer Formkörper über die Gießformgebung auf Basis von Zirkoniumoxid
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Knaus, Anton

Entwicklung und Erprobung von alternativen Beschichtungsverfahren zur Herstellung von gasdichten asymmetrischen sauerstoffpermeablen Membranen
Bachelorarbeit 2012
IKTS Dresden – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec

Knies, Franziska

Entwicklung der Direktstrukturierung UV-härtbarer Grünfolien
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik

Krügel, Holger

Herstellung und Charakterisierung von MSC-Schichtverbunden unter Anwendung papiertechnologischer Streichverfahren
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Lange, Karsten

Mikrowellensynthese von zeolithischen Pulvern und Membranen für die Gastrennung
Bachelorarbeit 2012
IKTS Dresden – Hochschule Aalen, Studiengang Chemie

Lohrberg, Carolin

Entwicklung LTCC-basierter hochempfindlicher Strömungssensoren
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informatik, Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design

Lorenz, Alexander

Untersuchung und Charakterisierung der rheologischen Materialeigenschaften faser- und partikelgefüllter siliziumorganischer Polymere
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

Mathieu, Virgile

Entwicklung, Realisierung und Verifizierung einer Vorrichtung zur einseitigen Einbringung eines Thermochocks in gradierte keramische Mehrlagenlamine
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft

Mennicke, Tobias

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Stabilisierung

technischer Verbrennungsreaktionen in keramischen Schäumen aus Siliziumkarbid
Bachelorarbeit 2012
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fachbereich Maschinenbau/Verfahrenstechnik

Morgenstern, Anne

Verfahrensentwicklung zur Herstellung eines zu charakterisierenden Aluminiumoxid-Direktschaums mit definierter Porenstruktur unter Verwendung unterschiedlich schnell härtender Bindersysteme
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Fakultät Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik

Roszeitis, Sven

Herstellung und Charakterisierung von borreichen Borcarbiden für thermoelektrische Anwendungen
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Swiecinski, Kai

Charakterisierung und Validierung mittels Aerosoldruck hergestellter Widerstände auf Niedertemperatur-Einbrand-Keramiken (LTCC)
Diplomarbeit 2012
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Vogel, Andy

Konstruktion einer Beschichtungsanlage zur Herstellung von gasdichten, asymmetrischen, sauerstoffpermeablen Membranrohren
Masterarbeit 2012
IKTS Hermsdorf – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Maschinenbau

Winkler, Matthias

Einsatz von Sinterhilfsmitteln für die

Erhöhung der Dichte von asymmetrischen sauerstoffpermeablen Membranen
Bachelorarbeit 2012
IKTS Hermsdorf – Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Sci-Tec

VERANSTALTUNGEN UND MESSEN 2013

Tagungen

Nano- and membrane-based systems for water treatment

17./18. April 2013, Dresden

ISPA 2013 – International Symposium on Piezocomposite Applications

19./20. September 2013, Dresden

Biogastagung

11./12. November 2013, Dresden

Vision Keramik

16./17. Januar 2014, Dresden

Events

Fraunhofer-Talent-School

15.–17. November 2013, Dresden

www.talent-school-dresden.de

Seminare/Workshops

DFG-Workshop – Current Topics in Smart Materials and Systems Research

18. September 2013, Dresden

DKG Fortbildungsseminare

Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung

10./11. April 2013, Dresden

Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik – Technologie und Training

9./10. Oktober 2013, Dresden

Entbinderung keramischer Formteile

10./11. Oktober 2013, Dresden

Sprühtrocknung keramischer Suspensionen – Technologie und statistische Versuchsplanung

6./7. November 2013, Dresden

Weitere Informationen finden Sie unter www.dkg.de.

AdvanCer-Schulungsprogramm:

Einführung in die Hochleistungskeramik

Teil I: Werkstoffe, Verfahren

6./7. März 2013, Dresden

Teil II: Bearbeitung

14./15. Mai 2013, Berlin

Teil III: Konstruktion, Prüfung

14./15. November 2013, Freiburg

Weitere Informationen finden Sie unter

www.advancer.fraunhofer.de

Messebeteiligungen

World Future Energy Summit (WFES)

15.–17. Januar 2013, Abu Dhabi

TerraTec

29.–31. Januar 2013, Leipzig

Nanotech

30. Januar–1. Februar 2013, Tokio

Fuel Cell Expo

27. Februar–1. März 2013, Tokio

INTEC

26. Februar – 1. März 2013, Leipzig

Internationale Dentalschau (IDS)

12.–16. März 2013, Köln

Jenaer Industrietage

17. April 2013, Jena

Hannover Messe

8.–12. April 2013, Hannover

SMT/Hybrid/Packaging

16.–18. April 2013, Nürnberg

POWTECH

23.–25. April 2013, Nürnberg

BiogasWorld

23.–25. April 2013, Berlin

Sensor+Test

14.–16. Mai 2013, Nürnberg

20. Innovationstag Mittelstand

16. Mai 2013, Berlin

LÖT 2013

18.–20. Juni 2013, Aachen

EuroPM

15.–18. September 2013, Götheburg

EMO

16.–21. September 2013, Hannover

ISPA

19.–20. September 2013, Dresden

IMAPS 2013

29. September – 3. Oktober 2013, Orlando

EU PVSec 2013

1.–3. Oktober 2013, Paris

Materialica

15.–17. Oktober 2013, München

Productronica

12.–15. November 2013, München

Medica

20.–23. November 2013, Düsseldorf

Hagener Symposium

28.–29. November 2013, Hagen

ANFAHRT ZUM FRAUNHOFER IKTS

Sie erreichen uns in Dresden

Mit dem Auto

- Autobahndreieck Dresden West: Autobahnwechsel A4 auf A17 in Richtung Prag
- Abfahrt an der Ausfahrt Dresden Prohlis/Nickern (Ausfahrt 4)
- Weiterfahrt ca. 2 km auf der Ausfallstraße in Richtung Zentrum
- Am Ende der Ausfallstraße (Kaufmarkt auf der rechten Seite) über die Ampel geradeaus weiterfahren auf den Langen Weg Richtung Prohlis (IHK)
- Nach ca. 1 km links abbiegen auf die Mügelner Straße
- An der nächsten Ampelkreuzung rechts abbiegen auf die Straße Moränenende
- Unter der Eisenbahnbrücke durch weiter geradeaus bis zur nächsten Ampel, dann links einbiegen in die Breitscheidstraße
- Weiterfahrt ca. 3 km immer geradeaus über An der Rennbahn auf die Winterbergstraße
- Das Fraunhofer IKTS befindet sich auf der linken Seite
- Melden Sie sich bitte an der Pforte an

Mit der Bahn

- Ab Dresden-Hbf.: ab Haltestelle Hauptbahnhof-Nord mit Straßenbahnlinie 9 (Richtung Prohlis) bis Wasaplatz
- Weiter mit Buslinie 61 (Richtung Weißig/Fernsehturm) oder Buslinie 85 (Richtung Striesen) bis Haltestelle Grunaer Weg

Mit dem Flugzeug

- Ab Flughafen Dresden-Klotzsche mit dem Taxi zur Winterbergstraße 28 (ca. 10 km)
- Oder mit der S-Bahn (unterirdische S-Bahn-Station) zum Hauptbahnhof, weiter s. Bahn

Sie erreichen uns in Hermsdorf

Mit dem Auto

- Ausfahrt Bad Klosterlausnitz/Hermsdorf (A9, Ausfahrt 23)
- Weiterfahrt auf Naumburger Straße in Richtung Hermsdorf
- Im Stadtzentrum (Kreisverkehr) rechts abbiegen in Robert-Friese-Straße
- Straßenverlauf in das Industrie- und Gewerbegebiet folgen, dann rechts in Michael-Faraday-Straße abbiegen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

- Ausfahrt Hermsdorf-Ost (A4, Ausfahrt 56b)
- Weiterfahrt Geraer Straße in Richtung Hermsdorf
- Dann links in Regensburger Straße einbiegen und dem Verlauf der Hauptstraße folgen
- Am Kreisverkehr rechts abbiegen und Straße Am Globus folgen, die in die Robert-Friese-Straße mündet
- Dann links in Michael-Faraday-Straße abbiegen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

Mit der Bahn

- Ab Bahnhof Hermsdorf-Klosterlausnitz
- Laufen Sie nach rechts in Richtung Eisenbahnbrücke
- Geradeaus in Keramikerstraße (Brücke nicht überqueren), vorbei an Porzellanfabrik und Stadthaus Hermsdorf
- Dann rechts abbiegen, den Kreisverkehr passieren und geradeaus in Robert-Friese-Straße gehen
- Nach etwa 600 m rechts in Michael-Faraday-Straße gehen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

Redaktion/Layout

Katrin Schwarz
 Peter Peuker
 Andrea Gaal
 Susanne Freund
 Rita Kunath

Druck

ELBTAL Druckerei & Kartonagen Kahle GmbH

Bilder

Atelier »Mein Foto« Dresden
 Foto Wachs Dresden
 Fotograf Jürgen Lösel, Dresden
 Fotograf Sebastian Reuter, Jena
 fotoline studio dresden
 Fraunhofer IKTS
 MEV Verlag

Institutsadresse

**Fraunhofer-Institut für
 Keramische Technologien und Systeme IKTS**

Institutsteil Dresden
 Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
 Telefon +49 351 2553-7700
 Fax +49 351 2553-7600

Institutsteil Hermsdorf
 Michael-Faraday-Straße 1, 07629 Hermsdorf
 Telefon +49 36601 9301-0
 Fax +49 36601 9301-3921

info@ikts.fraunhofer.de
 www.ikts.fraunhofer.de

Ansprechpartnerin Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Dipl.-Chem. Katrin Schwarz

Telefon +49 351 2553-7720
 katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IKTS, Dresden 03/2013